

# 建设项目竣工环境保护 验收监测表

项目名称：山东阳光融和医院有限责任公司  $^{192}\text{Ir}$  后装机、  
18MV 电子直线加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项  
目（二期）、回旋加速器应用项目

建设单位：山东阳光融和医院有限责任公司

编制单位：潍坊益生检测评价有限公司

编制日期：2019 年 3 月 30 日

建设单位法人代表：

编制单位法人代表：

项 目 负 责 人：

填 表 人：

建设单位：山东阳光融和医院有限责任公司 编制单位：潍坊益生检测评价有限

公司

联系电话：0536-6960397

联系电话：0536-8678768

传 真：0536-6960397

传 真：0536-8678768

邮 编：261000

邮 编：261061

地 址：潍坊市高新区樱前街 9000 号

地 址：潍坊市高新区新昌街

道寨子社区昌宁街 386 号

（山东中宇环保科技有限公司

院内）3 楼

# 目 录

1、验收项目概况.....	1
2、验收监测依据.....	4
3、项目建设情况.....	6
4、环评及环评批复要求落实情况.....	32
5、验收标准.....	38
6、验收监测的结果及分析评价.....	43
7、职业与公众受照剂量.....	52
8、环保检查结果.....	54
9、验收检测调查结论.....	56
10、附件	

附件 1. 山东阳光融和医院有限责任公司  $^{192}\text{Ir}$  后装机、18MV 电子直线加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目（二期）、回旋加速器应用项目竣工环境保护验收监测委托书；

附件 2. 《阳光融和医院  $^{192}\text{Ir}$  后装机、18MV 医用电子加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目环境影响》的审批意见，鲁环辐表审（2017）30 号；

附件 3. 《山东阳光融和医院有限责任公司回旋加速器应用项目环境影响报告表》的审批意见，鲁环辐表审 [2018] 013 号，2018 年 4 月 27 日；

附件 4. 辐射安全工作责任书；

附件 5. 山东阳光融和医院有限责任公司  $^{192}\text{Ir}$  后装机、18MV 电子直线加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目（二期）、回旋加速器应用项目竣工环境保护验收检测报告，潍益生检字 FS（2019）第 010902 号；

附件 6. 山东阳光融和医院有限责任公司相关规章制度；

附件 7. 山东阳光融和医院有限责任公司辐射许可证；

附件 8. 山东阳光融和医院有限责任公司 2018 年度放射安全应急演练、总结、评价记录。

## 1、验收项目概况

建设项目	项目名称	山东阳光融和医院有限责任公司 $^{192}\text{Ir}$ 后装机、18MV 电子直线加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目（二期）、回旋加速器应用项目		
	项目性质	改建/扩建	建设地点	潍坊市高新区樱前街 9000 号
建设单位	单位名称	山东阳光融和医院有限责任公司		
	建设地点	潍坊市高新区樱前街 9000 号		
	法人代表	赵宗仁	邮政编码	261000
	联系人	张文	联系电话	18663629913
项目建设时间		2018 年 3 月	项目建成投入	2018 年 12 月
阳光融和医院 $^{192}\text{Ir}$ 后装机、18MV 医用电子加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目				
环境影响报告表一	编制单位	济南博瑞达环保科技有限公司	完成时间	2017 年 6 月
	审批部门	山东省环境保护厅	批复时间	2017 年 12 月 25 日
山东阳光融和医院有限责任公司回旋加速器应用项目				
环境影响报告表二	编制单位	山东海美依项目咨询有限公司	完成时间	2018 年 3 月
	审批部门	潍坊市环境保护局	批复时间	2018 年 4 月 27 日
验收检测	验收监测单位	潍坊益生检测评价有限公司	监测时间	2019 年 01 月 09 日
项目投资	项目总投资	6200 万元	环保投资	270 万元
应用类型	射线装置	回旋加速器	1 台	II 类
		医用电子加速器	1 台	II 类
	密封性放射源	$^{192}\text{Ir}$ ( $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ )	1 枚	III 类

## 引言

山东阳光融和医院有限责任公司位于山东省潍坊市高新区樱前街 9000 号，是经潍坊市卫生局批准设立的集医疗、教学、科研、预防、保健、康复、转化医学与产业发展的营利性三级综合医院，医院持有《设置医疗机构批准书》，批准文号：潍卫医设字 [2014]023 号。

医院于 2015 年 11 月委托核工业二三〇研究所编制《放射诊疗建设项目环境影响报告表》，该项目包括于门诊医技楼一层新建 1 座核医学工作场所，利用 1 台 PET-MR、1 台 SPECT-CT 用于放射性药物显像诊断，使用核素  $^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{153}\text{Sm}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  和  $^{32}\text{P}$  用于医学诊疗；使用  $^{125}\text{I}$  粒籽源用于植入；使用 13 枚  $^{32}\text{P}$  敷贴和 1 枚  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  敷贴发射器用于敷贴治疗；PET 配套 5 枚 V 类  $^{68}\text{Ge}$  密封源。于门诊医技楼放射介入科新增 1 台 DSA、2 台 CT、2 台 DR 和 1 台数字肠胃机。2017 年 03 月 24 日，山东省环境保护厅以鲁环辐表审 [2017] 8 号作了审批意见；

医院于 2016 年 3 月委托济南博瑞达环保科技有限公司编制了《阳光融和医院  $^{192}\text{Ir}$  后装机、18MV 医用电子加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目环境影响报告表》。2017 年 12 月 25 日，山东省环境保护厅以鲁环辐表审 [2017] 30 号作了审批意见；医院于 2016 年 7 月委托山东海美依项目咨询有限公司编制了《山东阳光融和医院有限责任公司 DSA 装置应用项目环境影响报告表》。2017 年 1 月 3 日，潍坊市环境保护局以潍环辐表审 [2017] 001 号作了审批意见；

医院于 2016 年 11 月对医院新增 III 类射线装置予以登记，该项目包括 1 台 CT 机、2 台 DR 机、1 台全身骨密度仪、1 台钼靶机、1 台小型 C 型臂、1 台 G 型臂、1 台口腔 CT 机和 1 台数字化口腔微焦点 X 线机，2016 年 11 月 17 日潍坊市环境保护局高新技术产业开发区以潍高环辐登记表 [2016]6 号文件予以登记；

2017 年 11 月 21 日，医院对内镜中心 ERCP 室移动式数字医用 X 射线机（中 C）应用项目填写了建设项目环境影响登记表，并在潍坊市环保局网站进行备案公示。

医院于 2017 年 3 月 24 日取得山东省环境保护厅颁发的辐射安全许可证，鲁环辐证（07214），许可种类和范围：准予从事使用 IV 类、V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2022 年 03 月 23 日。

医院已委托潍坊益生检测评价有限公司编制并完成了山东阳光融和医院有限责任公司使用放射性同位素和射线装置项目（一期）验收监测报告，6MV 射波刀、DSA、5 枚  $^{68}\text{Ge}$  校准源及 17 台 III 类射线装置均已完成自主验收工作。

医院于 2016 年 6 月委托山东海美依项目咨询有限公司编制了《山东阳光融和医院有限责任公司回旋加速器应用项目环境影响报告表》。2018 年 4 月 27 日，潍坊市环境保护局以潍环辐表审〔2018〕013 号作了审批意见。

医院于 2018 年 8 月 17 日完成了辐射许可证变更，鲁环辐证（07214），许可种类和范围：准予从事使用 III 类、IV 类、V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2023 年 08 月 16 日。

2018 年 12 月，山东阳光融和医院有限责任公司委托潍坊益生检测评价有限公司对山东阳光融和医院有限责任公司回旋加速器、医用电子加速器、后装治疗机 3 台放射设备进行验收。根据《中华人民共和国环境保护法》、《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律、法规要求，受山东阳光融和医院有限责任公司的委托，潍坊益生检测评价有限公司对该验收项目进行前期资料收集及现场勘探，确定该项目符合验收条件，编制验收监测方案，本公司于 2019 年 01 月 09 日对该项目进行了现场验收监测，并编制完成了《山东阳光融和医院有限责任公司  $^{192}\text{Ir}$  后装机、18MV 电子直线加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目（二期）、回旋加速器应用项目竣工环境保护验收监测表》。

## 2、验收监测依据

### 2.1 相关法律法规

1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第9号，2015年1月1日；
2. 《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第48号，2016年9月1日；
3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第6号，2003年10月1日；
4. 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评[2017]4号，2017年11月20日；
5. 《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》，生态环境部公告，2018年第9号，2018.5.15；
6. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，2017年10月1日施行；
7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第709号，2019年3月2日修订；
8. 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部，2017年第66号，2017年12月5日；
9. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第3号，2008年12月6日发布，2017年12月12日修订；
10. 《突发环境事件信息报告办法》环境保护部令第17号，2011年5月1日；
11. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第18号，2011年5月1日；
12. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局环发[2006]145号，2006年9月26日；
13. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第37号，2014年5月1日；
14. 《放射工作人员职业健康管理辦法》卫生部令第55号，2007年11月1日；

### 2.2 验收技术标准

1. 《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）；
2. 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；
3. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）；
4. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
5. 《后装 $\gamma$ 源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ121-2002）；
6. 《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）；

7. 《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）；
8. 《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）；
9. 放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子医用电子加速器放射治疗机房》（GB/T 201.2-2011）；
10. 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分： $\gamma$  射线源放射治疗机房》（GB/T 201.3-2014）；
11. 《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》（李德平主编）；
12. 《辐射防护手册》第三分册《辐射安全》（李德平主编）。

### 2.3 项目资料

1. 《阳光融和医院  $^{192}\text{Ir}$  后装机、18MV 医用电子加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目环境影响报告表》，济南博瑞达环保科技有限公司，2017 年 6 月；
2. 《阳光融和医院  $^{192}\text{Ir}$  后装机、18MV 医用电子加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目环境影响报告表》的审批意见，鲁环辐表审 [2017] 30 号，2017 年 12 月 25 日；
3. 《山东阳光融和医院有限责任公司回旋加速器应用项目环境影响报告表》，山东海美依项目咨询有限公司，2018 年 3 月；
4. 《山东阳光融和医院有限责任公司回旋加速器应用项目环境影响报告表》的审批意见，鲁环辐表审 [2018] 013 号，2018 年 4 月 27 日；
5. 《山东阳光融和医院有限责任公司  $^{192}\text{Ir}$  后装机、18MV 电子直线加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目（二期）、回旋加速器应用项目竣工环境保护验收监测委托书》；
6. 《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站），1989 年。

### 3、项目建设情况

#### 3.1 项目地理位置及平面位置

山东阳光融和医院有限责任公司位于潍坊市高新区樱前街 9000 号，地理位置见图 3-1。医院平面布局位置见图 3-2。

#### 3.2 核技术利用现状

该项目环评规模为 1 台回旋加速器、1 台医用电子加速器、1 台后装治疗机。

本次验收内容为医用加速器（1 台，10MV，属 II 类射线装置）位于放疗中心西北角后装治疗机机房南侧，平面布置图见图 3-3；后装治疗机（ $^{192}\text{Ir}$ ， $3.7\times 10^{11}\text{Bq}$ ，属 III 类放射源）位于放疗中心西北角，平面布置图见图 3-4；回旋加速器（1 台，9.6MeV，属 II 类射线装置），位于门诊医技楼一层核医学科内西北，平面布置图见图 3-5。环评规模与验收规模对比一览表见表 3-1。除医用电子加速器能量降低外，环评规模与验收规模一致。

表3-1 环评规模与验收规模对比一览表

序号	环评规模				验收规模				备注
	射线装置名称	规格/型号	类别	工作场所	射线装置名称	规格/型号	类别	工作场所	
1	回旋加速器	Qilin 型 9.6 MeV, 70 μA	II 类	门诊医技楼核医学科 西北预留地	回旋加速器	Qilin 型 9.6 MeV, 70 μA	II 类	门诊医技楼核医学科 西北侧(一楼)	一致 潍环辐表 审 [2018] 013 号
2	医用电子加速器	18MV	II 类	放疗中心	医用电子加速 器	瓦里安 Trilogy 型, 6MV/10MV	II 类	放疗中心西北角后装 治疗机机房南侧 (地 下一层)	能量降低 鲁环辐表 审 [2017] 30 号
3	后装治疗机	<sup>192</sup> Ir , 3.7×10 <sup>11</sup> Bq	III 类	放疗中心	后装治疗机	<sup>192</sup> Ir , 3.7×10 <sup>11</sup> Bq	III 类	放疗中心西北角 (地 下一层)	一致 鲁环辐表 审 [2017] 30 号





图 3-2 山东阳光融和医院有限责任公司平面布置图

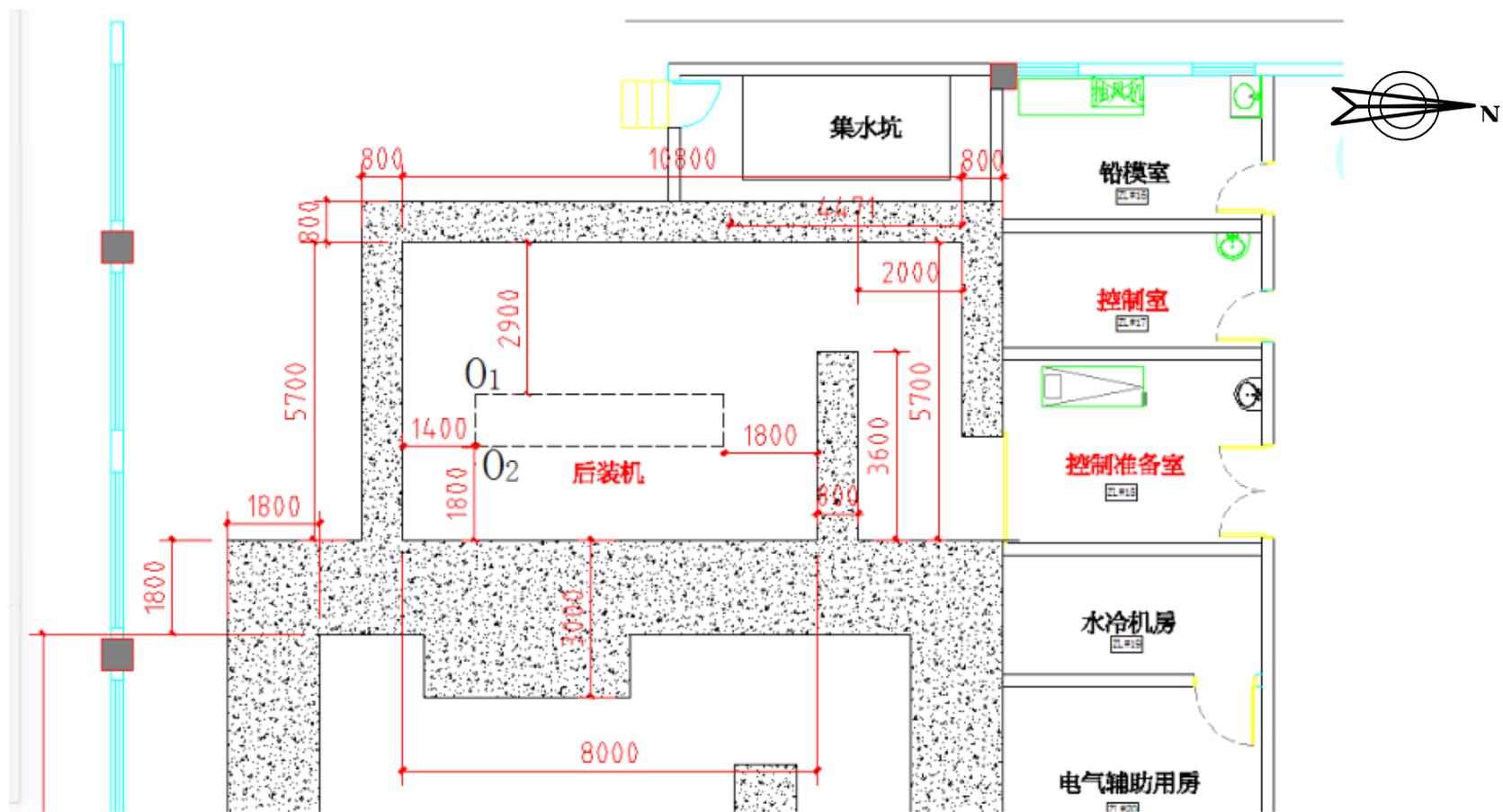


图 3-3 后装治疗机平面布置图

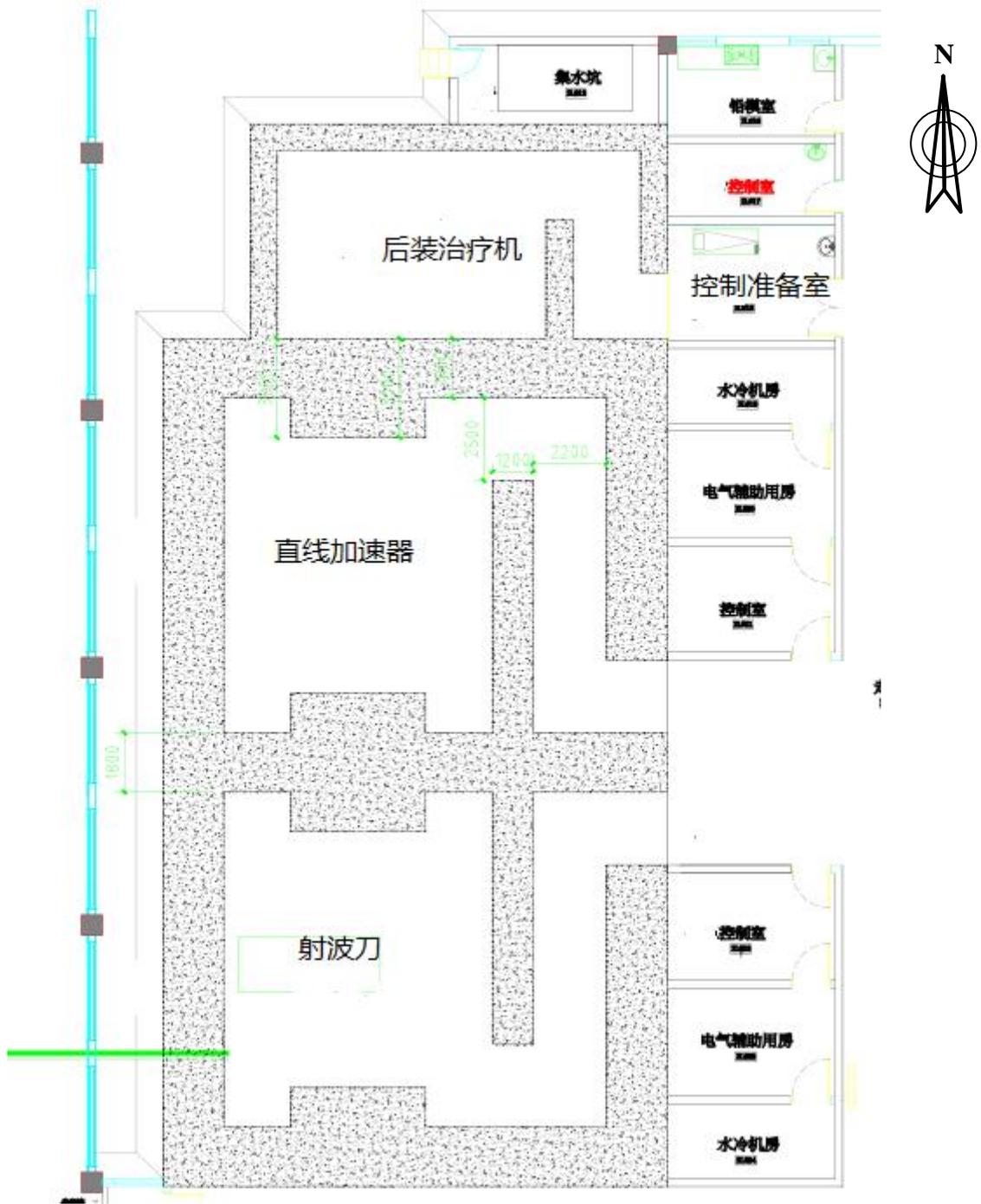
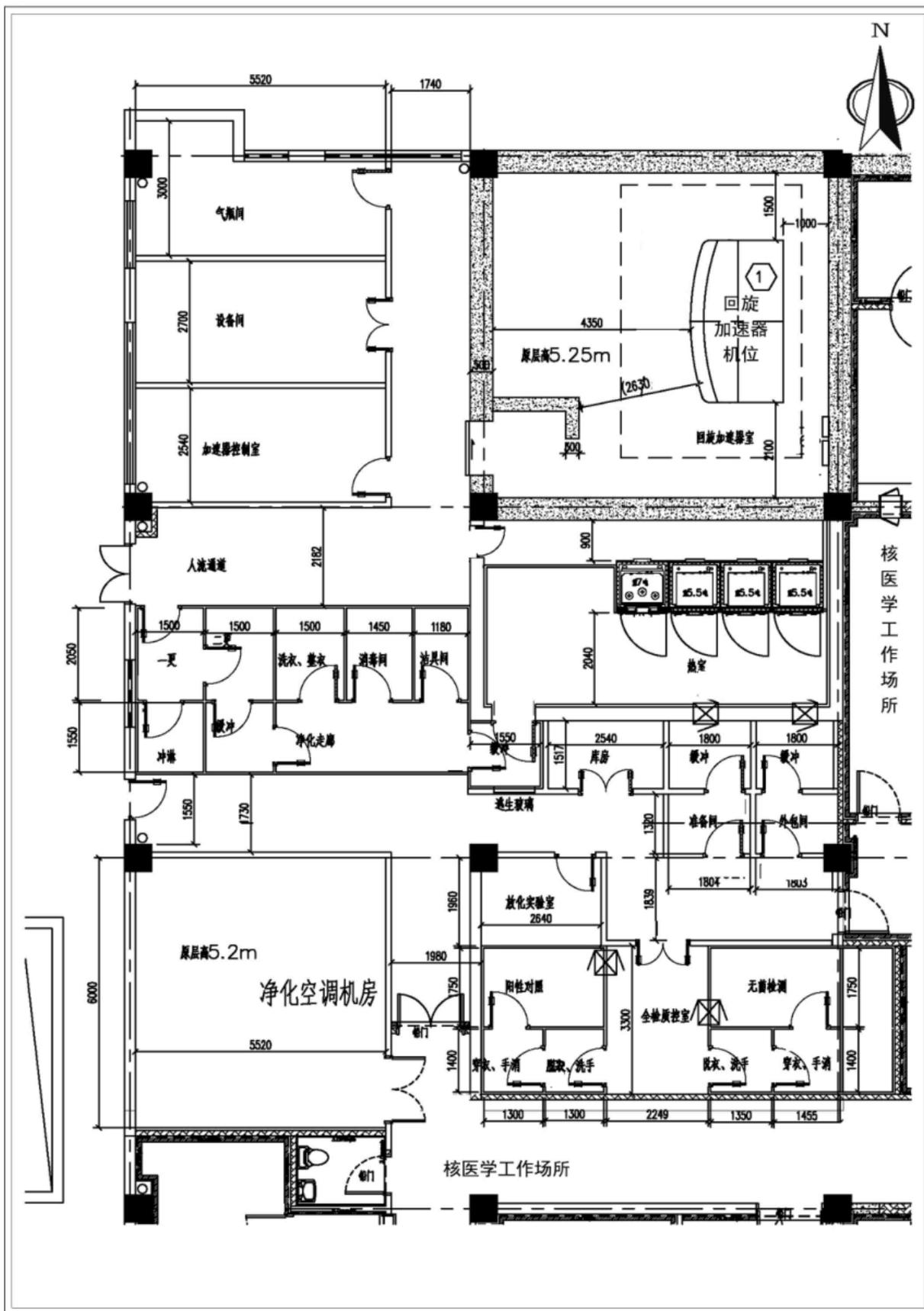


图 3-4 直线加速器平面布置图



3-5 核医学科回旋加速器平面布置图

### 3.3 各射线装置机房辐射防护情况

根据山东阳光融和医院有限责任公司提供的相关文件和实际调查可知，辐射屏蔽情况为：

#### 3.3.1 回旋加速器机房辐射屏蔽与安全防护

回旋加速器中心位于医院门诊医技楼核医学科西北侧预留区域，其东侧为核医学工作场所储源室、废料间、单光子生产车间、分装室和敷贴室，南侧为核医学工作场所核素治疗室和患者走廊，西侧为地下车库出入口和空地，北侧为空地，紧邻医院急诊部和医院中心广场。

回旋加速器中心主要包括回旋加速器室、控制室、热室、外包间、库房、缓冲间、气瓶间、设备间、全检质控室（放化实验室、阳性对照室、无菌检测室等）、更衣室、淋洗间、消毒间和洁具间等。其中回旋加速器室为核素制作机房，热室为自动合成及分装药物。

##### （1）回旋加速器结构、原理及工作流程

回旋加速器主要由磁场系统、高频系统、离子源系统、真空系统、引出系统、靶系统、冷却系统、控制系统等组成。

##### a 磁场系统

磁场系统包括上下磁轭、磁场线圈、磁场电源等。在维修时，上磁轭可用液压装置将其打开。磁场靠安装在上下磁轭之间线圈上的电流获得能量。线圈由连续的铜片组成，线圈内产生的热量可通过线圈外冷却水的传导而排出，这样就不必中通冷却水的磁场线圈。每一磁场极含有 4 个磁峰，临近磁峰之间的区域称之为磁谷，加速的束流在到达提取半径的路径中交替经过磁峰与磁谷确定的强和弱的磁场。当束流通过每一次磁峰区域时，由于强磁场的影响，束流轨迹近似为圆形；然而在磁谷区域时，束流轨迹接近于笔直的路径向下一个磁峰区。这交替的磁场（方位角变化的）对束流粒子在加速的中心层面提供了强的聚焦力，这些强的聚焦力引导粒子返回中心层面，产生高的束流引出效率。

##### b 高频（RF）系统

高频系统作用是对“D”盒结构提供一个交替的高电压用以加速 H<sup>-</sup>离子。“D”盒结构为径向的扇形小腔体，束流每一圈经过 2 个“D”盒各一次，得到 2 次加速。束流以这种方式得到能量，其轨道半径也逐渐增加。当向提取半径方向加速时，束流的轨迹被描述为准螺旋形。当束流提取到达提取半径时，其能量也将达到预定能量。射频系统包括初级放大器、中级放大器、末级放大器、频率合成器、耦合器，以及相应的控制和检测电路，随着温度的变化，频率也不断且自动地受 RF 控制元件调整以维持共振。

### c 离子源系统

回旋加速器的离子源系统是垂直安装在真空内部的潘宁离子源（PIG 离子源）。离子源的机械安装与更换仅在维修中进行，在正常操作中不需要进行调试或干预性操作。离子源有 2 个位于中心层面上下的钽电极，1 个中空的位于两个阴极之间圆柱型阳极。氢气分子电离子产生等离子体，偏压下提取出氢负离子，进入加速区域，不断得到能量，直到达到需要的能量并被引出。

### d 真空系统

真空系统包括磁轭之间的真空仓，用于抽气的泵，仪表和控制部分。真空仪表和控制部分用于监测仓室的压力及在系统出现故障时对仪器起到保护作用。真空仓连续不断的抽取以排除来源于离子源及真空室内表面的气体。真空系统通常要求每天 24 小时不停的工作以保证真空仓内残留的气体达到最小，加速器的性能最优化，这将有利于提高离子的提取效率，减少加速器内部的活化。真空泵分为两种：机械泵用于初级真空的获得，扩散泵用于高真空的获得。当维修时或有提前通知停电时，需要手动关闭真空系统，此时需要先关闭扩散泵，等冷却后才能关机械泵。

### e 束流引出系统

引出系统的作用主要是将加速器加速到一定能量的束流靶体上，与相应原料发生核反应。现代很多回旋加速器都使用 H 离子源，因此，引出系统相对简单。这种引出系统仅使用一块很薄的碳膜（微米量级），当 H 经过碳膜时，H<sup>-</sup> 中 2 个电子被剥离，是束流从负离子变成正离子 H<sup>+</sup>，结果使其受到的磁场作用力相反，带正电荷的束流偏向预定的出口并轰击靶体。Qilin 加速器支持双束流引出，可服务于多达 6 个靶位。

### f. 靶系统

回旋加速器的靶系统包括准直器、装靶接口和对应靶体支持单元。循环的冷却水和氦气，通过换靶装置流动，用于排除靶内的热量。靶支持单元模块安装在加速器旁的橱柜内，这些模块含有使用每个靶所必需的控制与检测仪器、用于轰击的原材料传输、阀门等。

### g 冷却系统

加速器运行中产生的热量有三种方式加以排出，第一种是用 He 冷，第二种是水冷，第三种是风冷。在回旋加速器中，对靶窗的冷却采用 He 冷却，而对其他很多系统产生的热量，如：磁体、D 盒、真空泵、离子源等，则采用水冷却。风冷则主要使用在一些不方便或者不能使用水冷却的系统，如高频以及集成电路板等。

#### h 工作原理

回旋加速器是由一个具有高度真空的对称分成两侧的 D 型盒组成。D 型盒放入高场强的直流磁极之间，两侧 D 型盒加上交流高频高压。被加速带电离子如质子和氘核从两侧 D 型盒中心注入，在磁场作用下，带电离子作圆周运动。当离子在一侧加速到最大速度时改变磁场方向使离子到磁场另一侧 D 型盒中被加速。离子每通过两侧 D 型盒一次，能量得到增加，同时运动轨道半径随之加大。经过许多圈的加速离子达到所要求的能量并被处理后去轰击靶产生放射性同位素。回旋加速器经特殊设计，粒子在运行一周中被加速四次。

回旋加速器工作原理见图 3-6

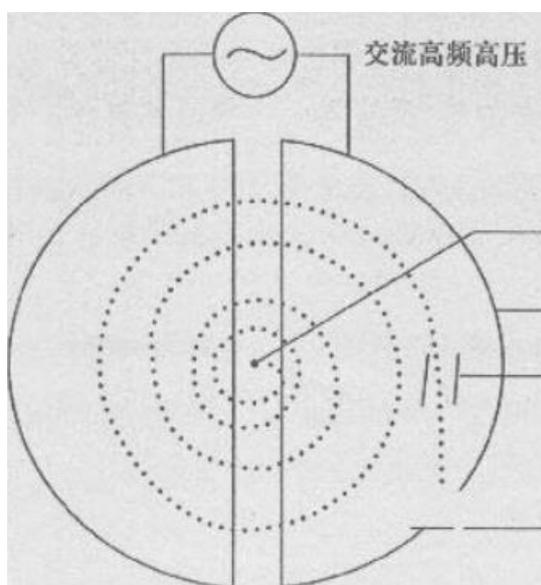


图 3-6 回旋加速器工作原理

#### i 工作流程

- ①根据预约的病人量和就诊病人情况选择靶材及综合制剂单位，进行放射性同位素生产前的物料准备；
- ②在回旋加速器开机前，工作人员先进入机房进行巡视，确保机房内无人及各个环节准备（靶物质、冷却系统、通风系统等）就绪后，关闭回旋加速器机房防护门，进入回旋加速器控制室内开启回旋加速器；
- ③回旋加速器由自动控制的加液泵经小孔径管道将液态靶物质装载于靶中（液态靶物质无放射特性），设定制备条件，轰击不同靶位一定时间（视核素种类和所需制备量而定）生成所需核素后，通过靶产物传输管道进入合成热室内进行化学合成，自动分装或活度计中直接测定活度，并用水和氦气将回旋加速器管道吹干。以上整个过程（包括加速器打靶及化学合成）为全自动控制，无需工作人员进入回旋加速器室内，仅在控制室监控整个过程的执行情况；

④化学合成、分装后取样进入全检质控实验室检验（主要为观察药物的澄明度，测量其 pH 值，再检测其放射化学纯度），待检验合格后，制备药物转入铅罐经由专用药物通道进入核医学工作场所分装注射室通风橱内。

## (2) 机房屏蔽设计

### a. 回旋加速器室

回旋加速器室东西长 7.40m，南北长 7.23m、高 5.25m，面积 53.5m<sup>2</sup>。迷道内墙长 1.60m，迷道宽 1.32m。室内设有放射性气体和液体传输管道，废液排放管道外包防护砂浆，气体管道外包铅板防护。室内四周墙体采用 500mm 厚混凝土（密度≥2.35t/m<sup>3</sup>），迷道墙采用 300mm 厚混凝土，室顶采用 120mm 厚混凝土，地板采用 680mm 厚混凝土，门口采用电动平移式防护门，尺寸 1200mm×2200mm，铅钢结构，屏蔽能力为 10mmPb。

### b、热室

热室东西长 7.56m，南北长 4.10m，高 5.25m，面积 31.0m<sup>2</sup>。热室中间隔断墙将热室分为南北两间，南侧为热室后区，北侧为热室前区。热室中间隔断墙为净化板材，可不计其屏蔽能力，热室前区西侧、热室后区西南侧各设置 1 个普通门。室内地面设计铺设 PVC 地板。热室东墙、南墙、西墙采用 300mm 厚砖混结构，北墙为回旋加速器机房的南墙（500mm 厚混凝土），室顶采用 120mm 厚混凝土，地板采用 650mm 厚混凝土，热室内东侧放置合成热室、分装热室。

### c. 设备自屏蔽设计

本项目配置 1 套 Qilin 型回旋加速器系统，根据 GE（中国）医疗集团提供的设备资料，回旋加速器采用完全自屏蔽技术，自屏蔽材料使用了含有对  $\gamma$  射线有效阻挡的高效材料，同时在离子源部位周边增加了吸收中子的防辐射材料，组装完成后集成屏蔽体尺寸为 3.6m×2.1m×2.15m。回旋加速器系统在工作流程上采用自动化操作，避免了工作人员接受不必要的放射性辐射。

表 3-2 回旋加速器自屏蔽材料及厚度

材料	自屏蔽材料厚度 (cm)				
	西面	南、北面	东面	上侧	下侧
复合材料	140	74	140	55	0

注：上方无人进入，下方为土层。

项目设 1 套 HK-FFZ 型分装热室，内部设置自动分装仪器，用于合成后正电子放射性药物的分装。分装热室整体防护能力 60mmPb，正面平开门上设有 2 个操作手孔和 1 个铅玻璃视窗（铅玻璃尺寸 0.25m×0.20m），外形尺寸为 1.15m×1.15m×2.40m；内胆采用 2mm 厚不锈钢板，内胆尺寸为 0.85m×0.7m×0.7m。

设 3 套 HK-FHC-I 型合成热室，用于正电子放射性药物合成。防护能力 70mmPb，正面平开门上安装显示器内部配摄像头，外形尺寸为 1.15m×1.15m×2.40m；内胆采用 2mm 厚不锈钢板，内胆尺寸为 0.8m×0.7m×0.7m。

设 1 套 HK-FMBTC-50 型 PET 专用通风柜，放置于质控室，为放射性药物的质控提供洁净安全的无菌环境。其整体采用铅屏蔽防护，防护当量 50mmPb，正面平开门上设有 2 个操作手孔和 1 个铅玻璃视窗（铅玻璃尺寸 0.20m×0.25m），外形尺寸为 1.15m×0.95m×2.30m；内胆采用 2.0 厚不锈钢板，内胆尺寸为 0.85m×0.7m×0.7m。

回旋加速器制备的放射性同位素经管道自动传输到合成柜中，此管道设置在地沟内，地沟两侧及上方应设置放射性药物传输产品管线的屏蔽防护。合成柜和分装柜之间地沟两侧及上方也设置放射性药物传输产品管线的屏蔽防护。采用不小于 50mmPb 的铅砖，管道尺寸为 80mm×80mm，盖板为铅砖尺寸为 50mm×200mm。

### (3) 工作场所分级及分区

#### 分级

本项目回旋加速器中心属于制备 PET 用放射性药物场所，本次评价对其进行分级评价。

本项目回旋加速器按核医学工作场所需求剂量订单进行核素制备，按全年 52 周计，回旋加速器制备  $^{18}\text{F}$  时每周开机 5 天，每天开机 1 次，每日最大制备量  $3.7 \times 10^9 \text{ Bq}$  (100mCi)，年最大制备量为  $9.62 \times 10^{11} \text{ Bq}$  (26Ci)； $^{11}\text{C}$  每周开机 5 天，每天开机 1 次，每日最大制备量  $3.7 \times 10^8 \text{ Bq}$  (10mCi)，年最大制备量为  $9.62 \times 10^{10} \text{ Bq}$  (2.6Ci)； $^{13}\text{N}$  每周开机 5 天，每天开机 1 次，每日最大制备量  $1.48 \times 10^9 \text{ Bq}$  (40mCi)，年最大制备量为  $3.85 \times 10^{11} \text{ Bq}$  (10.4Ci)。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 C 中对非密封源工作场所分级原则及计算方法。日等效最大操作量计算方法：日等效最大操作量=日最大操作量×毒性组别修正因子/操作方式修正因子。

本项目非密封放射性核素日等效最大操作量计算结果见表 3-3。

表 3-3 非密封放射性核素日等效最大操作量

项目 \ 核素	$^{18}\text{F}$	$^{11}\text{C}$	$^{13}\text{N}$
日最大操作量	$3.70 \times 10^9 \text{ Bq}$	$3.70 \times 10^8 \text{ Bq}$	$1.48 \times 10^9 \text{ Bq}$
毒性组别修正因子	0.01	0.01	0.01
操作方式修正因子	1	1	1
放射性药物日等效最大操作量	$3.70 \times 10^7 \text{ Bq}$	$3.70 \times 10^6 \text{ Bq}$	$1.48 \times 10^7 \text{ Bq}$
核素制备工作场所日等效最大操作量	$5.55 \times 10^7 \text{ Bq}$		
非密封源工作场所的分级	乙级非密封源工作场所 ( $2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9 \text{ Bq}$ )		

注：1、根据环办辐射函[2016]430号，放射性药品生产中，分装、标记等活动视为简单操作；  
2、根据 GB18871-2002 规定，乙级非密封放射性物质工作场所范围为  $2 \times 10^7 \text{Bq} \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ 。

## 分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款规定，把辐射工作场所分为控制区和监督区以便于辐射防护管理和职业照射控制。根据该规定求，本项目将各工作场所划分为“控制区”和“监督区”两区管理。

①控制区：回旋加速器室、热室、外包间、库房、缓冲间、全检质控室、淋洗间、更衣室、消毒间和洁具间等划为控制区。控制区内防护及管理措施如下：a、非有关职业人员严禁入内；b、在控制区进出口设置电离辐射警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；

c、对职业工作人员配备个人防护用品、个人衣物贮存柜、被污染衣物贮存柜，工作场所内配备辐射防护监测仪、表面污染仪；

d、工作场所严格按照 GB18871-2002 附录 B 中“表 B11 表面放射性物质污染控制水平”的有关规定执行。

②监督区：控制室、气瓶间、设备间和人流通道划为监督区。监督区防护及管理措施如下：a、其他无关公众人员严禁入内；b、在监督区入口处设立表明监督区的标牌。本项目回旋加速器中心分区、路径管理示意图见图 3-7 所示。

### （4）放射性药物院内转运

回旋加速器工作人员经专用人流通道进入回旋加速器机房、控制室、设备间等工作场所；经更衣室进入热室。质检人员经专用通道进入实验室对合成药物进行质检。合成、分装后的放射性药物经质控检验后，由工作人员使用铅容器经走廊送至东侧核医学工作场所内的分装注射室通风橱内贮存。

回旋加速器中心为核医学科西北侧，PET-MR 用放射性核素（ $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ ）使用场所位于核医学科东南侧核医学工作场所内。核素在热室合成、分装后，经由缓冲间窗口将核素送至缓冲间做短暂停留，然后送至外包间将放射性药物盛入铅罐中，包间外走廊送至核医学工作场所分装注射室。

核医学工作场所提前一天按患者预约情况制定计划给药量，并通知回旋加速器中心。回旋加速器中心当天生产出的药物装于 60mmPb 药物转运防护铅罐内，配备转运推车（带锁具）由职业工作人员送至分装注射室。运输过程职业工作人员配备必要的防护用具，在核医学工作场所药物用完后，铅罐原路返回外包间。

### （5）防护装置

在回旋加速器防护门上方安装工作状态指示灯、门-机联锁装置；在回旋加速器控制室（1 个）、机架两侧（2 个）、门口内侧墙面（1 个）处设置紧急停机按钮。

回旋加速器本身有 1 套完整的安全联锁装置，只有当靶、离子源、D 型盒、磁铁线圈、冷水系统达到一定流量时，束流才能达到靶上；只有当自屏蔽体封闭、离子源射频屏蔽箱盖关闭、射频电源箱柜的门关闭才能出束。

#### **(6) 废气处理系统**

本项目回旋加速器中心设计有独立放射性废气处理系统，该系统采用负压排风方式，排风系统对临近相较低辐射区域保持 $-15\text{Pa}\sim-20\text{Pa}$  负压排风，气压设计原则为非放射性区气压 $>$ 监督区气压 $>$ 控制区气压，使气体由非放射性区域流向监督区，再流向控制区。该系统于回旋加速器室、热室、质检室设置集气口，并与自屏蔽箱上的放射性气体排放管道相连，可有效收集回旋加速器室内放射性活化气体及自屏蔽体内产生的放射性气体，经收集的放射性废气通过系统尾部配置的放射性气体高效活性炭装置（约 2 年更换一次）进行过滤处理，处理后废气再汇入楼层放射性废气专用管道外排，总排风口末端位于楼顶上方，高于屋脊，且 30m 范围内无更高建筑物。现场照片见 3-19。放射性废气处理系统的运行可有效降低室内放射性气体浓度，不会对环境造成污染。

#### **(7) 放射性废水检测**

本项目产生的放射性废水依托核医学工作场所已建设的放射性衰变池进行处理，该衰变池系统位于核医学科西侧地下，该系统设置 4 个衰变池和 1 个应急池，每个衰变池容积为  $26\text{m}^3$ ，应急池容积为  $16\text{m}^3$ ，衰变池  $104\text{m}^3$ ，采用连续式串联自溢流设计，1 号衰变池从底部进水，从上部溢流到 2 号衰变池，以此类推，每个衰变池底部出水口安装有回水止水阀门。

本项目放射性废水产生环节主要为更衣区淋洗、质控室仪器清洗、无菌检测、阳性和洗手等环节，根据设备商提供的运行经验，本项目回旋加速器中心运行过程中放射性废水平均每天产生量约  $15\text{L/d}$ ，则年产生量  $5.48\text{m}^3/\text{a}$ ，上述废水全部进入衰变池，衰变达到排放标准后排入医院污水处理总站做进一步处理。本项目废水产生量较少，且所含放射性核素属于短半衰期类型，基本不会对现有核医学科放射性废水衰变池系统产生影响。

#### **(8) 固体废物**

对于放射性固体废物治理，本项目回旋加速器中心配 2 个放射性废物衰变箱（容积  $2\times 30\text{L}$ ， $20\text{mmPb}$  当量），分别放置于质检室、核医学工作场所废料间，主要用于收集放射性药物制取、常规操作和药物质检环节产生的碳柱、滤膜、口罩、手套等放射性固体废物；配置 1 个靶防护储存衰变槽（2 格，总容积约  $200\text{L}$ ， $40\text{mmPb}$  当量），放置于核医学工作场所废料间，用于收集回旋加速器维护时更换过的滤网、靶膜及放射性废气处理系统置换下的活性炭。放射性废物中主要含有  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$  等短寿命放射性核素，采用衰变贮存方式处置，在经设定周期

存放后可达到解控水平，经审管部门确认或批准后可按免管废物处理，对于冷却水循环系统内产生的危险废物废树脂（HW13，900-015-13），在产生后不在场所内贮存，直接委托有危废处置资质的单位进行处置。

### （9）个人防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011.5）中第十六条第五款要求，医院配备的防护用品和监测仪器需满足辐射工作的要求。本项目回旋加速器中心隶属核医学科，医院配置了 8 名职业工作人员进行回旋加速器核素制备、质检等工作，专职进行回旋加速器放射性核素制备、质检工作，各工作人员已参加初级辐射安全培训。

回旋加速器中心主要器具配置：

- ①合金药物分装翻转防护罐 1 个，用来盛放或运输西林瓶装放射性药物，40mmPb；
- ②药物转运防护罐 2 个，用来盛放或运输西林瓶装放射性药物，40mmPb；
- ③正电子药物注射防护车，主屏蔽防护标准 $\geq 20\text{mmPb}$ ；设有高铅玻璃(ZF5, $\geq 5.0\text{g/cm}^3$ )L 型防护屏。
- ④射器钨合金防护套 4 个，减少手部剂量辐射,3mL 和 5mL 各 2 个。
- ⑤正电子药物废物衰变箱， $\phi 300\text{mm} \times 450\text{mm}$ （高），2 个，20mmPb，分别放置于质检室及核医学工作场所废料间；废靶防护储存衰变槽 1 个，分 2 格，总容积 200L，40mmPb，放置于核医学工作场所废料间。
- ⑥铅罐推车 1 个，不锈钢制作，600mm $\times$ 600mm；
- ⑦铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅手套，1 套/人，0.5mmPb；
- ⑧活度计 1 个，法国 MGPRDS80 表面玷污仪 1 台，辐射巡检仪 1 台；
- ⑨ $\gamma$  辐射监测报警仪 4 探头 1 台，详细情况见表 8-1。

回旋加速器现场检查照片见图 3-8 至图 3-18。

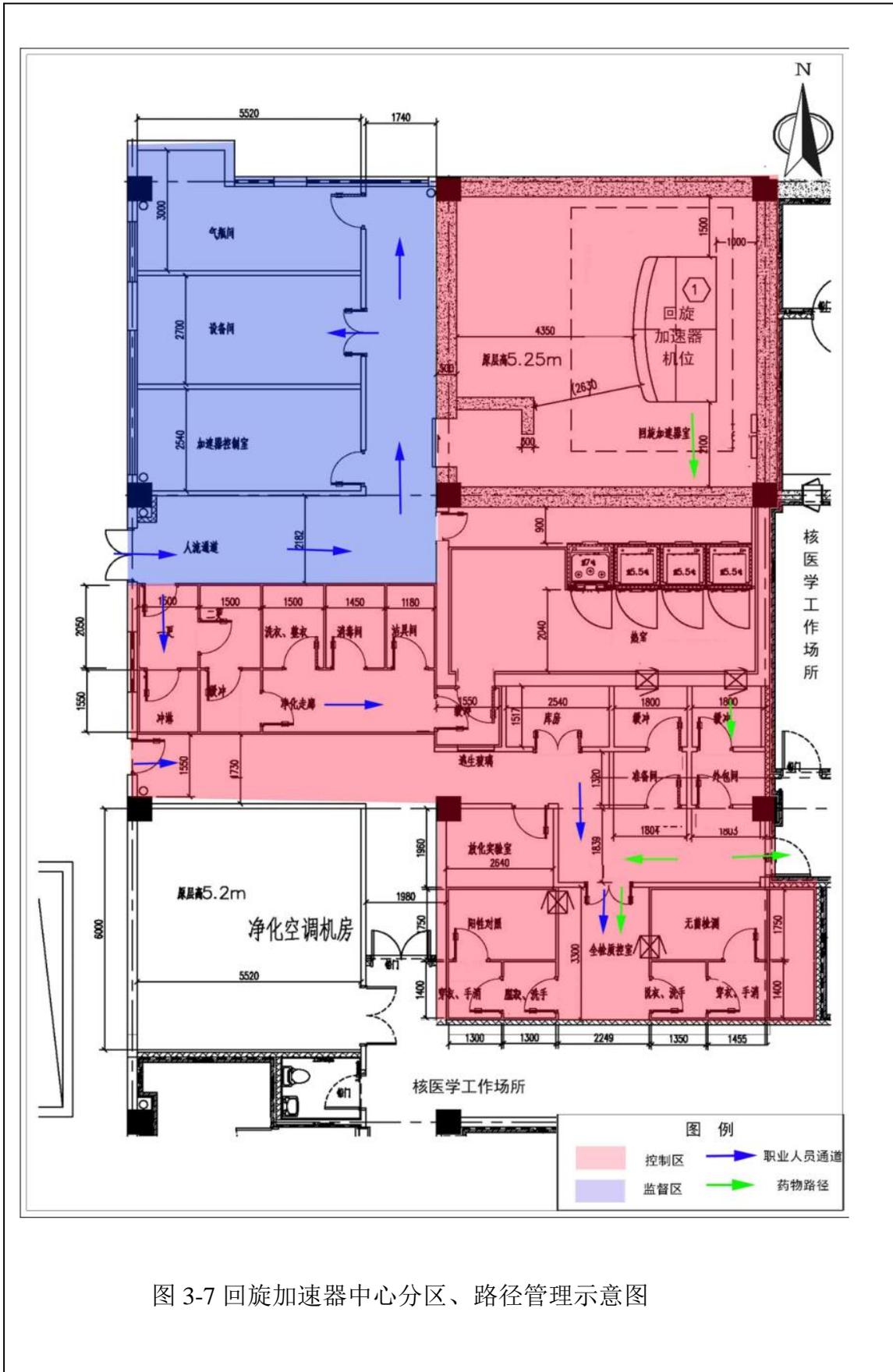


图 3-7 回旋加速器中心分区、路径管理示意图



图 3-8 回旋加速器机房门警示标志



图 3-9 4 探头  $\gamma$  辐射监测报警仪



图 3-10  $\gamma$  辐射监测报警仪走廊探头



图 3-11  $\gamma$  回旋加速器机房内视频监控系统



图 3-12  $\gamma$  辐射监测报警仪控制室探头



图 3-13 合成热室及分装热室



图 3-14 分装室机房门电离辐射警示



图 3-15 净化走廊



图 3-16 回旋加速器机房进风口



图 3-17 回旋加速器机房出风口



图 3-18 回旋加速器设备



图 3-19 放射性废气排放口

### 3.3.2 后装治疗机机房辐射屏蔽与安全防护

放疗中心位于门诊医技楼和住院楼之间，占地面积约 1650m<sup>2</sup>，为一层半地下建筑，高 6m，其中地下 4m、地上 2m。放疗中心北侧为门诊医技楼，南侧为住院楼，东侧为院内空地，西侧为连廊。后装机机房位于放疗中心西北角，机房东侧为控制室和控制准备室，南侧为 18MV 加速器机房，西侧为走廊，北侧为集水坑，上方为室外空间，下方为土层，下方无规划地下建筑。放疗场所分布集中，人员少有经过。

后装机工作场所主要由后装机房、控制室、控制准备室组成。后装机内装 1 枚 <sup>192</sup>Ir 放射源，最大装源活度  $3.7 \times 10^{11}$ Bq (10Ci)，属 III 类放射源。

#### (1) 工作原理及工作流程

后装机采用近距离后装治疗方式，利用 <sup>192</sup>Ir 放射源发出的  $\gamma$  射线束形成一高剂量率的靶区。对人体有恶性肿瘤的部位进行照射，使肿瘤组织受到不可逆损毁。可通过腔内、管内、鼻咽、支气管、前列腺、胸部等体内肿瘤和皮肤浅表肿瘤进行近距离放射治疗。整机由后装机及控制操作软件和放疗计划系统软件构成，可由治疗计划系统给出治疗方案，也可由医生对病变部位和体内器官的剂量要求，通过人机对话的方式输入各通道的驻留点位置及各点的驻留时间，从而精确的控制照射剂量，把对相邻正常组织的影响限制到最低水平，得到最佳的治疗效果。

后装治疗机的治疗过程分为 5 个步骤：

- ①用本次评价的 CT 模拟定位机拍摄定位胶片；
- ②用治疗计划系统 (TPS) 调用定位胶片制定治疗计划并传输给治疗控制系统；
- ③医生根据诊断结果，将施源器插入患者治疗部位中并固定好；
- ④用治疗控制系统实施治疗计划，对患者进行治疗；
- ⑤治疗结束后，医生进入后装机机房，帮助患者离开治疗床，退出机房，关闭防护门。

#### (2) 机房布置与防护措施

<sup>192</sup>Ir 近距离遥控后装机具有良好的自屏蔽措施，<sup>192</sup>Ir 放射源装于机头源罐内，源罐由外而内分别为不锈钢外壳、铅防护、钨合金防护，防护性能良好。

后装机机房位于放疗中心西北角，后装机机房墙体和室顶均为混凝土 (2.35g/cm<sup>3</sup>)，防护门为铅钢复合门。机房东西宽 10.8m (含迷道)，南北长 5.7m，高 6.85m，面积 61.56m<sup>2</sup>，容积 421.7m<sup>3</sup>。迷道内墙长 3.6m，迷道宽 2m，迷道长 5.7m。北墙、西墙厚 800mm；迷道内墙和迷道外墙厚 800mm；南墙与 18MV 加速器机房共用墙体，南墙较薄处 1800mm，较厚处 3000mm；室顶厚 1000mm。防护门设计为 10mm 铅当量防护门。

#### (3) 其他安全防护措施

- ①后装机机房与控制室之间安装监视器和对讲装置。

- ②控制台上和机房内设置使放射源迅速返回贮源器的应急按钮。在紧急情况下，按下按钮，可使源退回贮源罐内。
- ③机房设置门机联锁，当在治疗时，防护门无法打开。如强制开启，则迫使放射源回到贮源罐内。门未关闭时，不能出源。
- ④防护门上设置电离辐射警告标志和声、光报警装置。源移出源库时，在控制台和后装机处有声光显示。
- ⑤在机房内安装固定式辐射剂量率监测仪器。
- ⑥设备自带自检系统，包括机器自检、复位自检和通道自检。进行治疗前，先进行自检和模拟治疗，确保放射源通道通畅，再进行治疗。
- ⑦通往后装机房内的电缆沟从机房地平以下呈 U 型越过屏蔽墙。通风管道穿墙方式为 Z 型。
- ⑧治疗过程中，若出现故障或意外情况，利用设备自带安全系统，放射源能够自动回到贮存位。

#### **(4) 通风设计**

后装机机房内设置通风系统，一个进风口，一个排风口，进风排风相互独立。进风口位于迷道内墙西南侧的机房室顶，排风口位于机房西北侧下部靠近地面位置，符合“上进下出，对角设置”的原则。排气筒高于机房顶部西北角 1m。进风管道和排风管道穿墙方式采用 Z 型。进风风机为净化新风机，位于放疗中心外部北侧；排风风机为离心式风机，位于房顶外西北角。进风和排风风机额定通风量均为  $1200\text{m}^3/\text{h}$ ，机房容积  $421.7\text{m}^3$ ，通风次数达到 2.8 次/h，通风效果良好。

#### **(5) 分区管理**

将工作场所划分为控制区和监督区，进行分区管理。依照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）规定和要求，应将直接与机房相连的与机房内  $\gamma$  后装治疗机相关的放射工作人员工作区划为控制区，即  $\gamma$  后装治疗机房、控制室。监督区为控制准备室，此区域内应尽量减少非工作人员的停留时间，避免受到可能产生的不必要的辐射危害。

后装治疗机现场照片见图 3-20 至图 3-25。

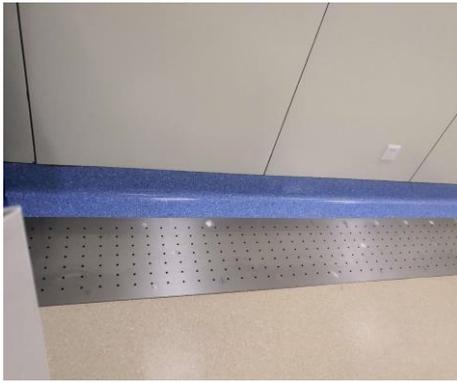


图 3-20 后装治疗机及视频监控系统



图 3-21 后装治疗机控制室急停按钮



图 3-22 后装治疗机机房排风口



图 3-23 后装治疗机机房进风口



图 3-24 机房内固定式报警仪



图 3-25 机房内急停按钮

### 3.3.3 医用电子加速器机房辐射屏蔽与安全防护

医用电子加速器机房位于放疗中心西侧，后装机机房南侧。加速器机房东侧为水冷机

房、电气辅助用房、控制室；南侧为射波刀机房；西侧为走廊；北侧为后装机机房；上方为室外空间；下方为土层，下方无规划地下建筑。

医用电子加速器工作场所主要由加速器机房、控制室、水冷机房、电气辅助用房等组成。电子直线加速器属 II 类射线装置。

### 机房布置与屏蔽

加速器机房位于放疗中心西侧，后装机机房南侧，加速器机房墙体和室顶为混凝土 ( $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ )。机房东西长 11.4m(含迷道)，南北长 10.15m，高 5.7m，面积  $115.71\text{m}^2$ ，容积  $659.5\text{m}^3$ ，迷道内墙长 7.65m，迷道宽 2.2m，迷道长 10.15m。防护门采用 20mm 铅当量铅板+100mm 厚含硼 5%的聚乙烯复合门。

医用电子加速器机房屏蔽厚度如下表所示：

表 3-4 加速器机房屏蔽厚度

北墙		南墙		西墙	东墙		室顶	
主屏蔽 厚度mm	副屏蔽 厚度mm	主屏蔽 厚度mm	副屏蔽 厚度mm	厚度mm	迷道内 墙 mm	迷道外 墙 mm	主屏蔽 厚度mm	副屏蔽 厚度mm
3000	1800	4200	2000	1800	1200	1800	3000	1800

### 其他安全防护措施

- ①加速器机房和控制室之间安装了监控和对讲设备。
- ②控制台上设计有紧急停机按钮。加速器机房内安装紧急停机按钮。
- ③机房安装门机联锁装置，门关上时方可出束，出束期间无法打开防护门，若强制开门则自动停止出束，必须重新设置才可继续出束。
- ④护门上设计工作状态指示灯、电离辐射警告标志。
- ⑤通往加速器机房内的电缆、通风等管道拟避开主射线束照射区域。电缆沟从机房地平以下呈 U 型越过屏蔽墙。通风管道穿墙方式为 Z 型。
- ⑥加速器项目、后装治疗机配有 1 台便携式辐射监测仪，配备个人剂量报警仪 3 台（与射波刀共用）。

### 通风设计

电子加速器机房内设置通风系统，一个进风口，一个排风口，进风排风相互独立。进风口位于迷道内墙西北侧的机房室顶，排风口位于机房西南侧下部靠近地面位置，符合“上进下出，对角设置”的原则。排气筒高于机房顶部西南角 1m。进风管道和排风管道穿墙方式采用 Z 型。进风风机为净化新风机，位于放疗中心外部北侧；排风风机为离心式风机，位于房顶外西南角。进风和排风风机额定通风量均为  $3000\sim 4000\text{m}^3/\text{h}$  可调，机房容积  $659.5\text{m}^3$ ，通风次数达到  $4.5\sim 6.1$  次/h，可以满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）“机房通风换气次数应不小于 4

次/h”的要求。医用电子加速器现场检测照片见图 3-26 至图 3-30。



图 3-26 机房警示标志及指示灯



图 3-27 控制室急停按钮



图 3-28 加速器机房进风口



图 3-29 加速器机房出风口



图 3-30 加速器机房内急停按钮

### 3.4 主要污染物和污染途径

## (1) 回旋加速器产生污染物和污染途径分析

### a 质子

回旋加速器将 H 离子加速，到达末端时经过靶膜后成为能量为 9.6MeV 的质子 (p)，被聚焦为直径不大于 0.6mm 的一股束流射向靶，在空间所占体积很小，质子的穿透性很弱（在物质中的射程很短，仅为同等能量电子射程的几十分之一到百分之一），很易被物质所阻挡。因此，对这种作为内束应用的质子束，其外照射的防护不必考虑。

### b、中子

当高能粒子作用于任何一种物质均可引起核反应而释放出中子。中子具有很强的穿透能力，对加速器周围环境产生辐射影响。以制备  $^{18}\text{F}$  为例，当质子的能量为 11MeV 时， $^{18}\text{O}(p, n)^{18}\text{F}$  反应所释放中子的最大能量为 5MeV，中子的散率为  $1.2 \times 10^{11} \text{ n/s}$ ，中子的强穿透能力使其可能穿过屏蔽体，对加速器周围环境产生辐射影响。

### c、 $\gamma$ 射线、 $\beta$ 射线

回旋加速器制备、合成、分装和质检过程中，核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$  在衰变过程中释放  $\gamma$  射线、 $\beta$  射线，由于  $\beta$  或 ( $\beta+$ ) 穿透能力较弱， $\gamma$  射线穿透能力很强，对周围环境会造成一定的辐射影响，本项目主要考虑核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$  的  $\gamma$  射线影响。

### d 放射性废气

回旋加速器中心设计有放射性废气处理系统，该系统采用负压排风方式，于回旋加速器室、热室、质检室设置集气口，并与自屏蔽箱上的放射性气体排放管道相连，可有效收集回旋加速器室内放射性活化气体及自屏蔽体内产生的放射性气体，经收集的放射性废气通过系统尾部配置的放射性气体高效活性炭装置（约 2 年更换一次）进行过滤处理，处理后废气再汇入楼层放射性废气专用管道外排，总排风口末端位于楼顶上方，高于屋脊。放射性废气处理系统的运行可有效降低室内放射性气体浓度，不会对环境造成污染。

### e 放射性废水

回旋加速器制备核素过程中不产生废水，在设备维护的过程中冲洗靶会产生冲靶后废水，一年最多维护两次，每次的水量大约 2L。本项目放射性废水产生环节主要为更衣区淋洗、质控室仪器清洗、洗手等环节，另外，无菌检测、阳性对照也会产生少量的放射性废水。上述废水均进入衰变池，衰减达标后进入医院污水处理站处理后外排。

### f 固体废物

项目产生放射性废物和危险废物，其中放射性废物主要为：放射性药物制取时更换产生放射性残留物碳柱、滤膜等，放射性药物常规操作和药物质检等产生的口罩、手套等，回旋加速器维护时更换过的滤网、靶膜等，放射性废气处理系统置换下的活性炭；危险废物为冷却水系统内产生的废树脂。回旋加速器主要影响因子为中子、 $\gamma$  射线、

放射性废水、固体废物。

## (2) 后装治疗机产生污染物和污染途径分析

$\beta$  射线穿透能力很弱，设备的外包装可以完全屏蔽，使  $\beta$  射线不能释放到环境中。 $\gamma$  射线穿透能力较强，有可能对环境产生辐射影响。空气在辐射照射下，产生辐照分解现象，其主要产物是臭氧 ( $O_3$ ) 和氮氧化物 ( $NO$ 、 $NO_2$ )。氮氧化物产额较低，放射工作场所的非辐射危害因素主要以臭氧为主。通过通风换气可有效减低臭氧 ( $O_3$ ) 和氮氧化物 ( $NO$ 、 $NO_2$ ) 浓度。后装机发出的  $\gamma$  射线能量为 0.316MeV，正常工况下不会产生放射性废气、放射性废水。固体废物为  $^{192}Ir$  退役或废旧放射源。退役源由厂家进行回收。

后装治疗机评价因子为  $\gamma$  射线、放射性固体废物。

## (3) 医用电子加速器产生污染物和污染途径分析

### a X 射线和电子束

加速器出束工作时，将产生 X 射线及高能电子束有用线束辐射、泄漏辐射和散射辐射。运行时产生的 X 射线和电子束随加速器的开、关而产生和消失。加速器产生的高能电子束，其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此，在加速器开机时间内，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

### b 中子

本项目加速器 X 射线最高能量 18MV，产生的高能光子会与 X 射线靶、一级准直器、X 射线均整器和治疗准直器多种高原子序数的材料如铅、钨等发生 ( $\gamma$ 、n) 光核反应，产生中子辐射。包括加速器机头外的杂散中子、杂散中子在机房内壁的散射中子和相互作用中生成的热中子。中子的辐射生物效应远高于 X、 $\gamma$  射线，一般情况下，当机房墙体、室顶的屏蔽厚度满足对 X 射线的防护要求时也就满足了对污染中子的防护要求，但要特别注意散射中子的防护。

### c 感生放射性

对于大于 10MeV 的直线加速器会产生感生放射性，主要包括两个方面：①加速器机头结构材料的固态感生放射性。加速器运行期间，由于设备有足够的结构屏蔽，由部件产生的感生放射性不会危害到屏蔽体外的人员。②气态感生放射性核素。18MV 加速器运行时产生中子，中子可与空气作用产生放射性核素。电子能量超过反应阈能时，与空气中的 C、O、N、Ar 等相互作用，可诱发感生放射性核素  $^{11}C$ 、 $^{13}N$ 、 $^{15}O$  和  $^{41}Ar$ 。一般在正常通风情况下，感生放射性气体不会对辐射工作人员和病人造成明显的危害。

### d 俘获 $\gamma$ 射线

加速器使用过程中产生的热中子与物质作用被原子核俘获后不再放出中子而放出  $\gamma$

射线，即俘获 $\gamma$ 射线。俘获 $\gamma$ 射线的能量变化范围很宽，在放射防护中一般选择硼，对热中子有较高的吸收能力，从而不放出或者放出能量较低的 $\gamma$ 射线。

#### e 非放射性有害气体

加速器在开机运行时，产生的X射线与空气作用可产生少量臭氧( $O_3$ )和氮氧化物( $NO$ 、 $NO_2$ )。机房设计有通风系统，通风量为 $3000\sim 4000m^3/h$ 可调，通风能力达到 $4.5\sim 6.1$ 次/h，可明显降低有害气体浓度，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)“6.1.10 治疗室通风换气次数应不小于4次/h”的要求。

#### f 放射性废水

本加速器使用的冷却水为去离子水，为循环用水，通常情况下只是补充冷却水，废水产生量较少。冷却水中被活化形成的放射性核素主要为 $^{15}O$ 、 $^{16}N$ ，它们的半衰期分别是2.1min和7.3s，半衰期较短，在冷却设备内放置一定时间后其活度就可以衰减到较低水平，可按一般废水处置，即排入医院污水处理站进行处理。

#### (7) 放射性固体废物

加速器内循环水系统中使用的离子交换树脂，可吸附内循环水中的感生放射性核素。另外，靶物质经长期照射后，也可积累一定数量的感生放射性核素，因此，退役的靶和废树脂为放射性固体废物，医院对放射性固体废物不暂存，均送至山东省城市放射性废物库。

医用电子加速器项目影响因子为X射线、中子、中子俘获 $\gamma$ 射线、感生放射性、放射性固体废物。

因此本次验收检测因子为X- $\gamma$ 辐射剂量率、中子剂量当量率、 $\beta$ 表面污染、水中总 $\alpha$ 、 $\beta$ 放射性，评价因子包括感生放射性、放射性固体废物。

### 3.5 项目实际建成情况和环评内容的差异

通过现场检查，本期验收设备中除1台18MV医用电子加速器变为1台10MV医用电子加速器，能量变低外，其它建设内容、建设地点、工作方式、使用的地点以及工作流程、污染物产生的种类、采取的污染治理措施均与环评及批复中一致。

## 4、环评批复要求落实情况

### 环境影响报告表及批复与验收情况的对比

山东阳光融和医院有限责任公司回旋加速器、医用电子加速器及后装治疗机应用项目（二期）环评批复内容、要求与验收情况的对比，见表 4-1-表 4-2。

表 4-1 环境影响报告表一及批复与验收情况的对比

环境影响报告表及批复	验收情况
<p>一、山东阳光融和医院有限责任公司位于潍坊市高新区樱前街 9000 号，环评规模为：在放疗中心使用 1 台 18MV 医用电子加速器和 1 台 6MV 射波刀，均属 II 类射线装置，1 台 CT 模拟定位机，属 III 类射线装置；1 台后装机，内含 1 枚 <math>^{192}\text{Ir}</math> 放射源，活度为 <math>3.7 \times 10^{11}\text{Bq}</math>，属 III 类放射源。</p>	<p>山东阳光融和医院有限责任公司位于潍坊市高新区樱前街 9000 号，本次验收规模为放疗中心 1 台电子线加速器（II 类射线装置，10MV）和后装机（<math>^{192}\text{Ir}</math> 放射源），6MV 射波刀和 1 台 CT 模拟定位机，已在医院一期验收项目中进行验收，除医用电子加速器能量降低外，验收规模与环评规模一致。</p>
<p>二、应按照以下要求开展辐射工作。</p> <p>（一）严格执行辐射安全管理制度</p> <p>1. 落实辐射安全管理责任制，医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人，设立辐射安全与环境保护管理机构，明确辐射工作岗位，落实岗位职责。指定 1 名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。</p> <p>2. 落实放射源和各类射线装置操作规程、使用登记制度、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。</p>	<p>1. 医院制定了辐射工作安全责任书，法人代表为辐射工作安全责任人。设立了辐射安全与环境保护工作领导小组，负责射线装置的安全和防护工作。安排了具有本科以上学历的专业技术人员负责辐射安全管理工作，各工作场所均安排技术人员负责各自的辐射工作。</p> <p>2. 医院制定了《放射防护管理领导小组工作职责》《放射源使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《岗位职责》、《放射性废物（源）处置方案》、《放射防护安全管理制度》、《放射工作人员职业健康监督管理制度》、《放射工作人员个人剂量管理办法》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作场所监测管理办法》、《放射性同位素与射线装置台账管理办法》、《受检者告知制度》、《放射诊断质量保证制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《X 线机操作规程》、《电离辐射危害告知》、《放射源安全操作规程》等规章制度，建立了辐射安全管理档案。</p>

续表4-1

环境影响报告表及批复	验收情况
<p>加强辐射工作人员及患者的辐射安全和防护工作。</p> <p>1. 制定培训计划,组织辐射工作人员参加辐射安全与防护初级培训和再培训;考核不合格的,不得从事辐射工作。</p> <p>2. 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第18号)的要求建立辐射工作人员个人剂量档案,辐射工作人员应规范佩戴个人剂量计,每3个月进行1次个人剂量监测,安排专人负责个人剂量监测管理,发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,及时向环保部门报告。</p>	<p>1. 加强辐射工作人员的培训和再培训,制定了《放射工作人员培训制度》,放疗中心涉及2台设备现有7名辐射工作人员均取得了山东省放射性同位素与射线装置工作人员辐射安全与防护培训合格证书,且证书在有效期内。</p> <p>2. 严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第18号)的要求,为医院所有工作人员均佩戴个人剂量计,且每3个月进行1次个人剂量监测,并安排专人负责整理存档,目前尚未发现异常数据。</p>
<p>辐射工作人员须在规定区域内按照规程进行放射性同位素操作,并穿戴必要的防护用品,确保工作人员和公众所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的标准限值。</p> <p>从事放射治疗或诊断时,应对患者采取有效辐射安全和防护措施,严格控制受照剂量。</p>	<p>辐射工作人员工作时均穿戴铅衣等防护用品。个人剂量检测报告显示,辐射工作人员所受照射剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环评报告中规定的工作人员6mSv/a剂量限值要求。</p> <p>制定了《受检者告知制度》,严格按照操作规程操作,对工作人员和患者采取有效的辐射安全和防护措施,严格限制不必要的受照剂量。</p>
<p>(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作</p> <p>1. 在医院各辐射工作场所醒目位置上应设置电离辐射警告标志,标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。</p> <p>2. 医用加速器和射波刀机房工作场所应落实实体屏蔽措施,确保机房墙体及防护门外表面0.3m处剂量当量率不大于2.5 μSv/h;落实门机连锁、工作状态指示灯、急停按钮、监控和对讲系统等安全与防护措施,应按要求设置通风设施,保持良好的通风,通风换气次数不小于4次/h。</p> <p>后装机机房应落实实体屏蔽措施,确保机房墙体及防护门外表面0.3m处剂量当量率不大于2.5 μSv/h;落实工作状态指示灯、门机连锁装置、声光报警装置、应急开关、放射源监测器、监视器和对讲系统等安全与防护措施,机房应按要求设置动力排风系统,保持良好通风。</p> <p>CT模拟定位机应落实实体屏蔽措施,确保机房墙体及防护门外表面0.3m处剂量当量率不大于2.5 μSv/h,落实防护门、工作状态指示灯等安全防护措施;机房应按要求设置动力排风系统,保持良好通风。</p>	<p>1. 在医用电子加速器和后装治疗机机房大防护门外醒目处安装辐照指示灯及电离辐射标志。</p> <p>2. 医用电子加速器工作场所落实了实体屏蔽,经检测,机房墙体及防护门外表面0.3m处剂量当量率均小于2.5 μSv/h。医用电子加速器设置了门机连锁装置并在控制室和机房内设置了急停按钮,可以防止在紧急情况发生时对患者的伤害;同时安装闭路电视监控系统及对讲系统,方便对患者的观察和交流。按要求设置了通风设施,保持良好的通风,通风换气次数大于4次/h,符合标准要求。</p> <p>后装治疗机机房落实了实体屏蔽,经检测,机房墙体及防护门外表面0.3m处剂量当量率均小于2.5 μSv/h。大防护门外醒目处安装辐照指示灯及电离辐射标志,设置了门机连锁装置并在控制室和机房内设置了急停按钮,可以防止在紧急情况发生时对患者的伤害,设置了声光报警装置和放射源监测器,防止意外发生,机房安装了排风系统,保持良好通风。</p>

续表4-1

环境影响报告表及批复	验收情况
<p>3. 做好后装机和射线装置、安全与防护措施的维护、维修，并建立维护、维修档案。</p>	<p>3. 制定了《设备检修维护制度》，建立了建立维修、维护档案，确保了辐射安全与防护措施安全有效。</p>
<p>4. 落实放射源使用登记制度，建立使用台账，做好安全保卫工作，明确专人负责保管，确保放射源安全</p>	<p>4. 建立了《放射源使用登记制度》、《辐射防护安全保卫制度》，建立了使用台账，专人负责保管，以确保放射源安全。</p>
<p>5. 至少配备 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪、个人剂量报警仪和防护用品，严格执行辐射环境监测计划，开展辐射环境监测，并向环保部门上报监测数据。</p>	<p>5. 制定了《放射工作场所监测管理办法》，该批复涉及辐射工作场所配备了1台辐射巡检仪，3台个人报警仪（与射波刀共用）。定期开展监测，并向环保部门上报监测数据。</p>
<p>（四）制定并定期修订本单位的辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练。若发生辐射事故，应及时向环保、公安和卫生等部门报告。</p>	<p>（四）医院制定了《辐射事故预防措施及应急处理预案》，开展了辐射事故应急演练并记录入档。目前，医院未辐射事故。</p>

表4-2 环境影响报告表二及批复与验收情况的对比

环境影响报告表及批复	验收情况
<p>一、山东阳光融和医院有限责任公司位于潍坊市高新区樱前街 9000 号，该院于 2017 年 3 月 24 日取得辐射安全许可证（鲁环辐证 [07214]），许可种类和范围：准予从事使用乙级非密封放射性物质工作场所、II 类、III 类射线装置、III 类、IV 类、V 类放射源活动。</p> <p>本项目内容为：拟将医院门诊医技楼一层核医学科西北侧预留区域改建回旋加速器中心，属乙级非密封放射性物质工作场所。新购进 1 台 Qlin 型回旋加速器，属 II 类射线装置，利用回旋加速器制备 PET-MR 用放射性药品 <math>^{18}\text{F}</math>（日等效最大操作量 <math>3.7\text{E}+7\text{Bq}</math>，年最大用量 <math>9.62\text{E}+11\text{Bq}</math>）、<math>^{13}\text{C}</math>（日等效最大操作量 <math>3.7\text{E}+6\text{Bq}</math>，年最大用量 <math>9.62\text{E}+10\text{Bq}</math>）、<math>^{13}\text{N}</math>（日等效最大操作量 <math>1.48\text{E}+7\text{Bq}</math>，年最大用量 <math>3.85\text{E}+11\text{Bq}</math>）。</p>	<p>一、山东阳光融和医院有限责任公司位于潍坊市高新区樱前街 9000 号，该院于 2017 年 3 月 24 日取得辐射安全许可证（鲁环辐证 [07214]），许可种类和范围：准予从事使用乙级非密封放射性物质工作场所、II 类、III 类射线装置、III 类、IV 类、V 类放射源活动。</p> <p>本期验收主要内容为： 医院门诊医技楼一层核医学科西北侧改建的回旋加速器中心，属乙级非密封放射性物质工作场所。涉及 1 台 Qlin 型回旋加速器，属 II 类射线装置，利用回旋加速器制备 PET-MR 用放射性药品 <math>^{18}\text{F}</math>（日等效最大操作量 <math>3.7\text{E}+7\text{Bq}</math>，年最大用量 <math>9.62\text{E}+11\text{Bq}</math>）、<math>^{13}\text{C}</math>（日等效最大操作量 <math>3.7\text{E}+6\text{Bq}</math>，年最大用量 <math>9.62\text{E}+10\text{Bq}</math>）、<math>^{13}\text{N}</math>（日等效最大操作量 <math>1.48\text{E}+7\text{Bq}</math>，年最大用量 <math>3.85\text{E}+11\text{Bq}</math>）。验收时与环评内容一致。</p>
<p>二、 该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施和以下要求</p> <p>(一) 严格执行辐射安全管理制度 1. 落实射安全管理责任制，医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人，设立幅射安全与环境保护管理机构，指定 1 名本科以上学历的专业技术人员统一负责全院的辐射安全管理工作，落实岗位职责；各辐射工作场所应安排技术人员负责各自的射安全管理工作。 2. 落实放射性同位素及射线装置使用登记制度，操作规程，辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度，培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。</p>	<p>1. 医院制定了辐射工作安全责任书，法人代表为辐射工作安全责任人。设立了辐射安全与环境保护工作领导小组，负责射线装置的安全和防护工作。安排了具有本科以上学历的专业技术人员负责辐射安全管理工作，各工作场所均安排技术人员负责各自的辐射工作。 2. 医院制定了《放射防护管理领导小组工作职责》、《设备检修维护制度》、《岗位职责》、《放射性废物（源）处置方案》、《放射防护安全管理制度》、《放射工作人员职业健康监督管理制度》、《放射工作人员个人剂量管理办法》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作场所监测管理办法》、《放射性同位素与射线装置台账管理办法》、《受检者告知制度》、《放射诊断质量保证制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《电离辐射危害告知》等规章制度等。并不断健全辐射安全管理档案。</p>

	<p>(二) 加强辐射工作入员的辐射安全和防护工作。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加强辐射工作人员的的辐射安全培训和再培训，制定培训计划，组织射工作入员参加射安全培训和再培训，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。</li> <li>2. 辐射工作人员应规范佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测管理，安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人制量监测结果异常的，应当立即核实和调查，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。</li> </ol>	<p>(二) 1. 加强辐射工作人员的培训和再培训，制定了《放射工作人员培训制度》，核医学科现有 8 名辐射工作人员均取得了山东省放射性同位素与射线装置工作人员辐射安全与防护培训合格证书，且证书在有效期内。</p> <p>2. 严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的要求，为医院所有工作人员均佩戴个人剂量计，且每 3 个月进行 1 次个人剂量监测，并安排专人负责整理存档。目前尚未发现异常数据。</p>
<p>二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施和以下要求</p>	<p>(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 落实实体屏蔽，做到屏蔽墙、防护门及室顶外体外 30cm 外剂量当量率不大于 2.5 <math>\mu</math> Sv/h。</li> <li>2. 回旋加速器实行分区管理，划分控制区和监督区。</li> <li>3. 在醒目位置上设置符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB1871—2002）要求的电离辐射警告标志。</li> <li>4. 落实门-机联锁、工作状态指示灯、急停按钮等安全与防护措施，设置通风系统，做好回旋加速器辐射安全与防护设施的维护、维修、建立维修、维护档案，确保辐射安全与防护措施安全有效。</li> <li>5. 建立回旋加速器使用台账，做好安全保卫工作。</li> <li>6. 配备足够的辐射剂量率仪和个人剂量报警仪，制定并严格执行辐射环境监计划，开展辐射环境监测，并向环保部门上报监测数据。</li> </ol>	<p>(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 严格按照环境影响报告表提出的实体屏蔽，回旋加速器机房采取了实体屏蔽，经检测，机房墙体及防护门外表面 0.3m 处剂量当量率均小于 2.5 <math>\mu</math> Sv/h。</li> <li>2. 回旋加速器实行分区管理，划分为控制区和监督区。回旋加速器室、热室、外包间、库房、缓冲间、全检质控室、淋洗间、更衣室、消毒间和洁具间等划为控制区；控制室、气瓶间、设备间和人流通道划为监督区</li> <li>3. 回旋加速器中心醒目位置上设置了电离辐射警告标志，且标志符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB1871—2002）的要求。</li> <li>4. 回旋加速器机房设有门机联锁、工作状态指示灯、紧急停机开关等辐射安全与防护措施，并按要求设置了动力排风系统，保持良好通风；</li> <li>5. 建立了《放射性同位素与射线装置台账管理办法》、《辐射防护安全保卫制度》，建立了使用台账，专人负责保管，以确保回旋加速器使用安全。制定了《设备检修维护制度》，建立了建立维修、维护档案，确保了辐射安全与防护措施安全有效。</li> <li>6. 制定了《放射工作场所监测管理办法》，该批复涉及辐射工作场所配备了 1 台辐射巡检仪，1 台表面玷污仪，1 台 4 探头 <math>\gamma</math> 辐射监测报警仪，定期开展监测，并向环保部门上报监测数据。</li> </ol>

	<p>(四) 开展本单位辐射安全和防护状况的年度评估, 每年 1 月 31 日前向我局提交年度评估报告, 并同时报高新区环保分局。</p> <p>(五) 制定并定期完善射事故应急预案, 组织开展射事故应急演练。若发生辐射事故, 应及时向环保、公安和卫计等部门报告</p>	<p>(四) 医院每年开展辐射安全和防护状况的年度评估, 并于每年 1 月 31 日前向环保局提交年度评估报告, 并同时报高新区环保分局。</p> <p>(五) 医院制定了《辐射事故预防措施及应急处理预案》, 开展了辐射事故应急演练并记录入档。目前, 医院未辐射事故。</p>
--	---	--

## 5、验收标准

### 验收标准

#### 5.1 《电离辐射防护与辐射源基本安全标准》（GB18871-2002）

##### （1）人员照射剂量限值

根据 GB18871-2002 附录 B 内剂量限值和表面污染控制水平要求。

##### B1 剂量限值：

##### B1.1 职业照射

##### B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv;
- b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;
- c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;
- d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

##### B1.2 公众照射

##### B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

- a) 年有效剂量, 1mSv;
- b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv;
- c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;
- d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

##### B1.2.2 慰问者及探视人员的剂量限值

B1.2.1 所规定的剂量限值不适用于患者的慰问者。但是, 应对患者的慰问者所受的照射加以约束, 使他们在患者诊断或治疗期间所受的剂量不超过 5mSv。应将探视食入放射性物质的患者的儿童所受剂量限制于 1mSv 以下。

##### （2）非密封源工作场所分级

根据 GB18871-2002 附录 C 中对非密封源工作场所分级原则及计算方法规定如下：

##### 密封源工作场所分级原则

表 5-1 非密封源工作场所的分级

##### ②放射性核素的日等效操作量的计算

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

$$\text{日等效操作量} = \frac{\text{日操作量} \times \text{核素毒性因子}}{\text{操作方式的修正因子}}$$

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量 (Bq) 与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见下表 5-2 和表 5-3。

表 5-2 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
极毒	10
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 5-3 操作方式与辐射源状态修正因子

操作方式	辐射源状态			
	表面污染水平 较低的固体	液体, 溶液, 悬浮液	表面有污染的 固体	气体, 蒸汽。粉末, 压力很高的液体, 固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	1	0.1	0.01	0.001
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

### (3) 放射性物质向环境排放的控制

根据 GB18871-2002 中 8.6.2 条款规定: 不得将放射性废液排入普通下水道, 除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液, 方可直接排入流量大于 10 倍排放注量的普通下水道, 并应对每次排放作好记录:

- a) 每月排放的总活度不超过 10 ALI<sub>min</sub> (ALI<sub>min</sub> 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者, 其具体数值可按 B1.3.4 和 B1.3.5 条的规定获得);
- b) 每一次排放的活度不超过 1 ALI<sub>min</sub>, 并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。根据 B1.3.4 和 B1.3.5 条规定, 对于职业照射, 在一定的假设下可将  $I_{j,L}$  用作 ALI。由相应的单位摄入量的待积有效剂量的值得到放射性核素 j 的年摄入量限值  $I_{j,L}$  计算公式:

$$I_{j,L} I_{j,L} = \frac{DL}{e_j}$$

其中：DL—相应的有效剂量的年剂量限值，取 5mSv/a；

$e_j$ —GB18871-2002 给出的放射性核素 j 的单位摄入量所致的待积有效剂量的相应值。

本项目放射性核素排放导出限值见表 5-4。

5-4 放射性核素排放导出限值

放射性核素	职业照射待积有效剂量 (Sv/Bq)		ALImin一次排放 限值 (Bq)	10ALImin月排放 限值 (Bq)
	吸入 $e(g)_{j, \text{ing}}$	转移因子 $f_1$		
$^{18}\text{F}$	$9.3 \times 10^{-11}$	1.000	$5.38 \times 10^7$	$5.38 \times 10^8$

#### (4) 表面污染控制水平

GB18871-2002 中对核医学工作场所放射性表面污染控制水平见表 5-5。

表 5-5 表面放射性物质污染控制水平 (Bq/cm<sup>2</sup>)

表面类型		$\alpha$ 放射性物质		$\beta$ 放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 <sup>1)</sup>	4	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$
	监督区	$4 \times 10^{-1}$	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		$4 \times 10^{-2}$	$4 \times 10^{-2}$	$4 \times 10^{-1}$

注：1) 该区内的高污染子区除外。

## 5.2 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016)

### 第 6.1 款 剂量评价一般原则

第 6.1.1 款 对职业照射用年有效剂量评价，应符合 GB18871-2002 的 B1.1 的规定。

第 6.1.3 款 对职业照射受照剂量大于调查水平时，除记录个人监测的剂量结果外，还应作进一步调查，本标准建议的年调查水平为有效剂量 5.0mSv/a；

## 5.3 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)

第 4.4 款：如果经审管部门确认或批准，凡放射性核素活度浓度小于或等于附录 B 所

示清洁解控水平推荐值的放射性废物，按免管废物处理。

根据附录 B 所示，医用常用放射性核素的清洁解控水平推荐值见下表。

表 5-6 以核素活度浓度表示的清洁解控水平推荐值 (Bq/g)

解控水平 (Bq/g)	核素
$1 \times 10^1$	$^{18}\text{F}$ 、 $^{59}\text{Fe}$

### 1、液体废物的管理

#### 第 5.1 款：放射性废液的管理

第 5.1.1 款：使用放射性核素其日等效最大操作量等于或大于  $2 \times 10^7$  Bq 的临床核医学单位和医学科研机构，应设置有放射性污水池以存放放射性废水直至符合排放要求时方可排放。放射性污水池应合理选址，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，应有防泄漏措施。

第 5.1.3 款：经审管部门确认下列低放废液可直接排入流量大于 10 倍排放流量的普通下水道：每月排放总活度或每一次排放活度不超过 GB18871-2002 中 8.6.2 规定的限值要求，且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗，每次排放应作记录并存档。

## 2、固体废物的管理

### (1) 废物收集

第 6.1.2 款：供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。污物桶放置点应避开工作人员工作和经常活动的区域。

第 6.1.3 款：污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时转送贮存室，并放入专用容器中贮存。

### (2) 废物临时贮存

第 6.2.2 款：贮存室建造结构应符合放射卫生防护要求，且具有自然通风或安装通风设备，出入口设电离辐射警示标志。

第 6.2.3 款：废物袋、废物桶及其他存放废物的容器必须安全可靠，并应在显著位置标有废物类型、核素种类，比活水平和存放日期等说明。

## 5.4 《后装 $\gamma$ 源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ121-2002）

标准 4.2.2 运输贮源器（或工作贮源器）内装载最大容许活度时，距离贮源器表面 5cm 处的任何位置，泄漏辐射的空气比动能率不得大于  $100 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ；距离贮源器表面 5cm 处的任何位置，泄漏辐射的空气比动能率不得大于  $10 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

## 5.5 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）

《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）中指出“距治疗机房墙和入口门外表面 30cm 处： $H_0 \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ （人员全居留场所， $T > 1/2$ ）； $H_0 \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ （人员部分和偶然居留场所， $T < 1/2$ ）”。

## 5.6 《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）防护要求

第 5.3.4 款规定：终止照射后感生放射性的防护

第 5.3.4.2 款规定：在规定的最大吸收剂量率下，进行 4Gy 照射，以间隙 10min 的方式连续运行 4h 后，在最后一次照射终止后的 10s 开始测量，测得感生放射性的周围剂量当量 H，且应满足下列要求：

a) 累积测量 5min，在离外壳表面 5cm 任何容易接近处不超过  $10 \mu\text{Sv}$ ，离外壳表面 1m 处不超过  $1 \mu\text{Sv}$ 。

b) 在不超过 3min 的时间内，测得感生放射性的周围剂量当量率在离外壳表面 5cm 任

何容易接近处不超过 200  $\mu\text{Sv/h}$ ，离外壳表面 1m 处不超过 20  $\mu\text{Sv/h}$ 。

### 5.7 环境天然放射水平

《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989 年）提供的潍坊市  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率数据见表 5-7。

表 5-7 潍坊市环境天然  $\gamma$  空气吸收剂量率（nGy/h）

监测内容	范围	平均值	标准差
原野	43.0~162.6	61.6	12.8
道路	33.5~177.0	60.7	17.3
室内	68.4~238.9	105.7	21.2

注：摘自《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》1989 年。

### 5.8 小结

回旋加速器核医学科参照环评报告中提出的 2.5  $\mu\text{Sv/h}$  剂量当量率的控制目标值进行评价，表面放射性污染控制水平依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准 (GB18871-2002)》中提出的监督区放射性表面污染控制水平 4Bq/cm<sup>2</sup>，控制区放射性表面污染控制水平 40Bq/cm<sup>2</sup> 的标准限值要求；衰变池水中的总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性水平依据《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中总  $\alpha$  放射性 1Bq/L 和总  $\beta$  放射性 10Bq/L 的排放标准要求；后装治疗机依据《后装  $\gamma$  源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ121-2002）中提出的距离贮源器表面 5cm 处的任何位置，泄漏辐射的空气比动能率不得大于 100  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ；距离贮源器表面 1m 处的任何位置，泄漏辐射的空气比动能率不得大于 10  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$  的控制目标值进行评价；医用电子加速器依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）、《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）标准进行检测分析。

职业照射和公众照射的年剂量限值等参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)标准和环评报告中提出的剂量限值要求进行评价分析。本次评价以环评报告中提出的 5.0mSv 作为回旋加速器职业工作人员的年管理剂量约束值，以 0.25mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值；以环评报告中提出的 6.0mSv 作为直线加速器、后装治疗机职业工作人员的年管理剂量约束值，以 0.30mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值。

## 6、验收监测的结果及分析评价

### 6.1 监测因子及依据

监测项目的监测因子及依据见表 6-1。

表 6-1 监测项目的监测因子及依据

监测因子	检测依据
X-γ 吸收剂量率	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)； 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)； 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)； 《表面污染测定第 1 部分 β 发射体 (Eβ max > 0.15MeV 和 α 发射体)》(GB/T 14056.1-2008)； 《水中总 α 放射性浓度的测定厚源法》(EJ/T 1075-1998)； 《水中总 β 放射性测定蒸发法》(EJ/T 900-1994)； 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)。
β 表面污染水平	
水中总 α、总 β 放射性分析	
中子剂量当量率	

### 6.2 验收监测质量控制和质量保证

潍坊益生检测评价有限公司已取得检测参数的资质认定，本次测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次验收监测所使用的仪器情况见表 6-2。

表 6-2 监测项目的监测因子及检测设备

监测项目	使用仪器	仪器检定情况
X-γ 辐射剂量率	BH3103B 型便携式 X-γ 剂量率仪 (075/049)	中国计量科学研究院检定，检定有效期至 2019 年 9 月 24 日 /2019 年 10 月 17 日
β 表面污染水平	XH-3206 型 α、β 表面污染测量仪 (2015030004)	山东计量科学研究院检定，检定有效期至 2019 年 9 月 20 日
中子剂量当量率	BH3105 型中子剂量当量仪 (44)	中国计量科学研究院检定，检定有效期至 2019 年 9 月 18 日
水中总 α、总 β 放射性分析 (分包检测)	LB-2 Q2014-153 型二路低本底 α β 测量仪	中国计量科学研究院检定，检定有效期至 2019 年 8 月 31 日

### 6.3 验收检测工况

2019 年 1 月 9 日，潍坊益生检测评价有限公司派出的检测人员在建设单位相关负责

人的陪同下，对放疗中心、核医学科回旋加速器中心周围的辐射环境状况进行了监测，2019年1月10日对核医学科衰变池水样进行了水样采集。监测时选择设备使用较大参数进行监测，设备运行参数见表6-3。

表 6-3 监测时射线装置检测参数一览表

受检设备	受检设备参数	监测参数
	最大管电压	最大管电压
Qilin 回旋加速器	10MeV	10MeV
Trilogy 直线加速器	10MeV	10MeV

从上表可以看出，验收监测工况，高于设备常用最大工况，可反映正常工况下设备机房周围辐射剂量率。

#### 6.4 检测时间与环境条件

检测时间：2019年1月9日 检测时段：8:30~15:30；

天气：多云 环境温度：1.9℃ 环境湿度：45.8%；

衰变池水样采集时间：2019年1月10日。

#### 6.5 检测布点原则

为掌握该医院辐射项目正常运行工况下周围辐射环境水平，对周围工作场所，进行了现场检测和检查，根据现场条件和相关检测标准、规范的要求合理布点。现场监测，X-γ辐射剂量率每个监测点读取10个测量值为一组，取其平均值，经过仪器校准并扣除宇宙射线响应值后作为最终测量结果。

中子剂量当量率每5个测量值为一组，取其平均值，经过仪器效率校准后作为最终测量结果。

β表面污染水平每个监测点读取10个测量值为一组，取其平均值，经过仪器效率校准，并根据公式计算后作为最终测量结果。

采集核医学科最后一级衰变池水样品1个，样品量2L。进行其总α、总β放射性分析。总α、总β放射性检测分包给山东豌豆环境检测服务有限公司，检测结果由其出具。

#### 6.6 检测结果及分析

山东阳光融和医院有限责任公司回旋加速器、医用电子加速器及后装治疗机应用项目（二期）竣工环境保护验收检测结果见下表6-4~表6-12。检测布点示意图见图6-1~6-3。表中X-γ辐射剂量率检测结果已扣除宇宙射线响应值15nGy/h。

表 6-4 Qilin 型回旋加速器室工作状态 X-γ 辐射剂量率、中子剂量当量率

检测结果 (nGy/h)			
检测点位	点位描述	X (γ) 空气吸收剂量率	中子剂量当量率
A1	观察窗中心30cm	127	0
A2	左上角30cm	103	0
A3	左下角30cm	103	0
A4	右上角30cm	99	0
A5	右下角30cm	107	0
A6	操作位	105	0
A7	电缆孔	107	0
A8	控制室机房门中心30cm	109	0
A9	左上角30cm	117	0
A10	左下角30cm	117	0
A11	右上角30cm	101	0
A12	右下角30cm	113	0
A13	东侧机房门中心30cm	109	0
A14	左上角30cm	109	0
A15	左下角30cm	115	0
A16	右上角30cm	105	0
A17	右下角30cm	109	0
检测值范围		99~127	0~0

非工作状态下，回旋加速器机房周围环境  $\gamma$  辐射剂量率范围为 (70~140) nGy/h，处在该地区天然放射性本底水平范围内；工作状态下，机房周围环境 X- $\gamma$  辐射剂量率范围为 (99~127) nGy/h，中子剂量当量率范围为 (0~0) nGy/h，满足环评报告中提出的 2.5  $\mu$ Gy/h 的标准限值。

表 6-5 Qilin 型回旋加速器室周围透视状态  $\beta$  表面污染水平检测结果 (Bq/cm<sup>2</sup>)

检测点位	点位描述	$\beta$ 表面污染水平 (Bq/cm <sup>2</sup> )
A11	合成热室内	1.339
A12	医疗垃圾箱上侧30cm	2.428
A13	北侧30cm	1.220
A14	西侧30cm	1.229
A15	准备间内	2.246
A16	外包间内	1.268
A17	准备间外走廊	1.291
A11	合成热室内	1.339
检测值范围		1.220~2.428

由表 6-5 可知，核医学科医用回旋加速器中心周围环境  $\beta$  表面污染检测结果最大值为  $2.428\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表面放射性污染控制水平满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的控制水平要求。

表6-6 核医学科衰变池中总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性检测结果

样品编号	检测项目	检测结果 (Bq/L)
19010083	水中总 $\alpha$ 放射性	0.0328
	水中总 $\beta$ 放射性	2.18

备注:总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性检测分包给山东豌豆环境检测服务有限公司，检测结果由其出具。

由表 6-6 可知，核医学科排放池水中的总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性水平分别为  $0.0328\text{Bq}/\text{L}$  和  $2.18\text{Bq}/\text{L}$ ，满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 中总  $\alpha$  放射性  $1\text{Bq}/\text{L}$  和总  $\beta$  放射性  $10\text{Bq}/\text{L}$  的排放标准要求。

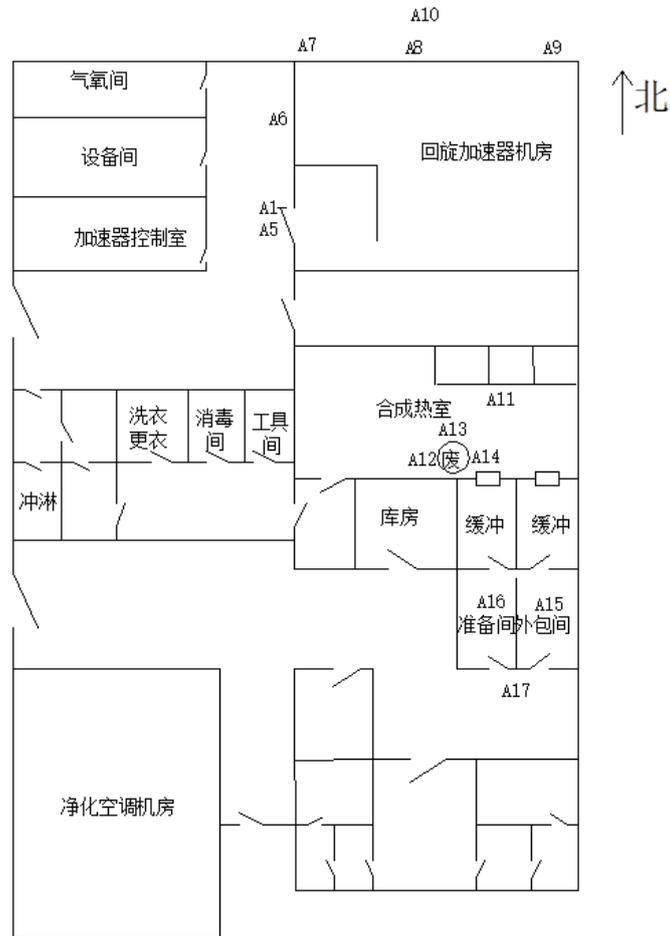


图 6-1 回旋加速器检测布点示意图

表 6-7 Trilogy 型直线加速器周围 X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

检测点位	点位描述	非工作状态 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)	射束向上, 10MV, 照射野为 40×40c m <sup>2</sup>	
			X-γ 辐射剂量率	中子剂量当量率
B1	操作位	70~140	100	0
B2	机房门中心30cm		109	900
B3	左上角30cm		109	1200
B4	左下角30cm		102	1200
B5	右上角30cm		112	1000
B6	右下角30cm		101	900
B7	机房门外走廊		116	0
B8	机房西墙偏北30cm		109	0
B9	中间30cm		102	0
B10	偏南30cm		104	0
B11	机房楼顶		102	0
检测值范围			100~116	0~1200

表 6-8 Trilogy 型直线加速器周围 X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

检测点位	点位描述	非工作状态 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)	射束向下, 10MV, 照射野为 40×40c m <sup>2</sup>	
			X-γ 辐射剂量率	中子剂量当量率
B1	操作位	70~140	104	0
B2	机房门中心30cm		105	1000
B3	左上角30cm		100	1000
B4	左下角30cm		99	900
B5	右上角30cm		95	1000
B6	右下角30cm		100	1200
B7	机房门外走廊		103	0
B8	机房西墙偏北30cm		97	0
B9	中间30cm		98	0
B10	偏南30cm		105	0
B11	机房楼顶		107	0
检测值范围			95~107	0~1200

表 6-9 Trilogy 型直线加速器周围透视状态 X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

检测点位	点位描述	非工作状态 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)	射束向南, 10MV, 照射野为 40×40c m <sup>2</sup>	
			X-γ 辐射剂量率	中子剂量当量率
B1	操作位	70~140	98	0
B2	机房门中心30cm		108	1000
B3	左上角30cm		105	800
B4	左下角30cm		101	900
B5	右上角30cm		105	1000
B6	右下角30cm		97	1100
B7	机房门外走廊		109	0
B8	机房西墙偏北30cm		96	0
B9	中间30cm		115	0
B10	偏南30cm		120	0
B11	机房楼顶		103	0
检测值范围			95~120	0~1100

表 6-10 Trilogy 型直线加速器周围透视状态 X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

检测点位	点位描述	非工作状态 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)	射束向北, 10MV, 照射野为 40×40c m <sup>2</sup>	
			X-γ 辐射剂量率	中子剂量当量率
B1	操作位	70~140	98	0
B2	机房门中心30cm		108	1300
B3	左上角30cm		105	1200
B4	左下角30cm		101	1100
B5	右上角30cm		105	1000
B6	右下角30cm		97	900
B7	机房门外走廊		109	0
B8	机房西墙偏北30cm		96	0
B9	中间30cm		115	0
B10	偏南30cm		120	0
B11	机房楼顶		103	0
检测值范围			95~117	0~1300

表6-11 加速器停止结束1min后,机头位置 X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

检测点位	点位描述	检测结果
B12	机房内距离加速器机头5cm	164
B13	机房内距离加速器机头1m	138
检测值范围		347.0~557.0

非工作状态下,直线加速器机房周围环境  $\gamma$  辐射剂量率范围为 (70~140) nGy/h, 处在该地区天然放射性本底水平范围内; 工作状态下, 机房周围环境 X- $\gamma$  辐射剂量率范围为 (95~120) nGy/h, 中子剂量当量率范围为 (0~1300) nGy/h, 满足医用电子加速器按照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分: 一般原则》(GBZ/T201.1-2007) 中规定的  $2.5 \mu\text{Gy/h}$  的标准限值, 停止出束后, 加速机机头表面 5cm 处为 164nGy/h, 加速机机头表面 1m 处为 138nGy/h, 低于《电子加速器放射治疗防护要求》(GBZ126-2011) 中规定的周围剂量当量率在离外壳表面 5cm 任何容易接近处不超过  $200 \mu\text{Gy/h}$ , 离外壳表面 1m 处不超过  $20 \mu\text{Gy/h}$  的标准限值。

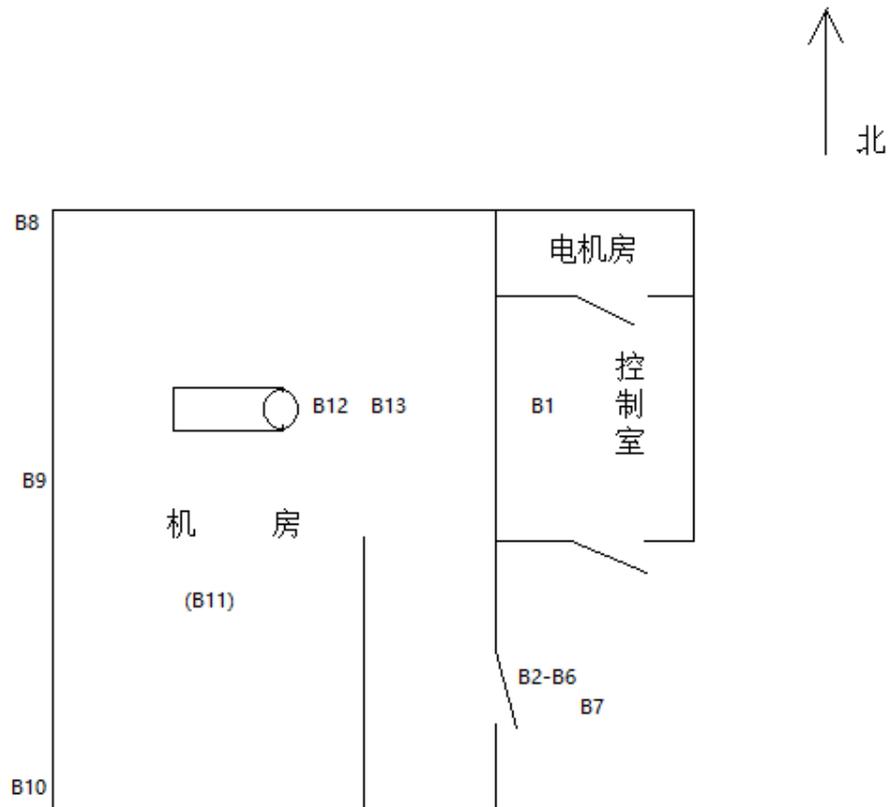


图 6-2 直线加速器检测布点示意图

表6-12 后装机周围X-γ辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

检测点位	点位描述	储源状态检测结果
C1	放射源东侧表面5cm	1659
C2	放射源东侧表面1m	310
C3	放射源上方表面5cm	1266
C4	放射源上方表面1m	296
C5	放射源下方表面5cm	1199
C6	放射源下方表面1m	338
C7	放射源南侧表面1m	245
C8	放射源西侧表面1m	273
C9	放射源北侧表面1m	335
检测点位	点位描述	工作状态下检测结果
C10	控制室操作位	117
C11	准备室机房门中心30cm	121
C12	左上角30cm	109
C13	左下角30cm	126
C14	右上角30cm	110
C15	右下角30cm	116
C16	机房东侧准备室内	107
C17	机房北墙外偏东30cm	120
C18	中间30cm	116
C19	偏西30cm	111
C20	机房北墙外5m	110
C21	机房西墙外偏北30cm	112
C22	中间30cm	110
C23	偏南 30cm	113
C24	机房西墙外走廊	107
检测值范围		107~1659

由表 6-12 可知，工作状态下，后装治疗机周围环境辐射剂量率范围为（245~1659）nGy/h，分别满足距离贮源箱表面 5cm 和 100cm 处的韧致辐射的空气吸收剂量率分别不得超过 10 μGy/h 和 1 μGy/h 的标准限值要求，机房周围环境 X-γ 辐射剂量率范围为（107~126）nGy/h，满足环评中提出的 2.5 μGy/h 的标准限值。

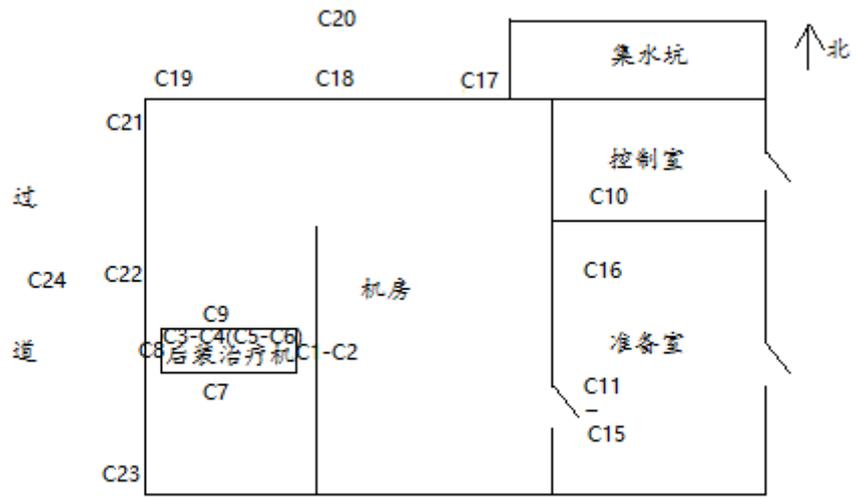


图 6-3 后装治疗机检测布点示意图

## 7、职业与公众受照剂量

### 1. 职业受照剂量

根据山东阳光融和医院有限责任公司提供的《个人剂量计检测报告》，统计了该项目涉及的9名医护人员连续12个月的个人累积剂量检测结果，见表7-1。个人剂量佩戴时间为2018年1月27日至2019年1月22日。

表7-1 个人年累积剂量监测结果统计（单位：mSv）

序号	个人剂量统计结果范围 (mSv)	人数 (个)	备注
1	≤0.5	7	放疗科（直线加速器、后装治疗机）
2	0.5<~≤1.0	0	
3	1.0<~≤2.0	0	
4	>2.0	0	
5	≤0.5	2	核医学科
6	0.5<~≤1.0	0	
7	1.0<~≤2.0	0	
8	>2.0	0	

注：1、个人剂量检测报告由潍坊市疾病预防控制中心出具。

该项目涉及的9名辐射工作人员均进行了个人剂量计检测，检测数据范围：0.10~0.94mSv，由表6-1可知，9名辐射工作人员个人累积剂量监测结果均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定职业人员20mSv/a的剂量限值，放疗科7名工作人员未超过环评报告中提出的对工作人员年管理剂量约束值6mSv/a的约束值，核医学科2名工作人员未超过环评报告中提出的对工作人员年管理剂量约束值5mSv/a的约束值。

### 2. 公众受照剂量

计算射线产生的外照射人均年有效剂量计算公式：

$$H=0.7 \times D_r \times T$$

式中：H——年有效剂量当量（Sv/a）；

0.7——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数；

$D_r$ ——X- $\gamma$ 辐射剂量率（Gy/h）；

T——年受照时间（h）

由监测数据可知，核医学科回旋加速器中心监督区周围最大的X- $\gamma$ 辐射剂量率为127 nGy/h，根据医院提供的材料，每年工作时间780h，公众居留因子T=1/4，可估算核医学科公众人员年有效剂量约：

$H_1=0.7 \times 127 \text{ nGy/h} \times 780 \text{ h} \times 1/4 \approx 17335.5 \text{ nSv} \approx 0.017 \text{ mSv}$ ，公众年有效剂量低于环评报告中提出的0.25mSv的公众成员年管理剂量约束值，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的1mSv/a的剂量限值。

放疗中心直线加速器机房周围最大的X- $\gamma$  辐射剂量率为120nGy/h，最大中子剂量当量率为1300nGy/h，根据医院提供的材料，直线加速器年照射时间约为1300h，公众居留因子T=1/16，可估算直线加速器公众人员年有效剂量约：

$H_2=0.7 \times (120+1300) \text{ nGy/h} \times 1300\text{h} \times 1/16=0.081\text{mSv}$ ，公众年有效剂量低于环评报告中提出的0.30mSv的公众成员年管理剂量约束值，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的1mSv/a的剂量限值。

放疗中心后装治疗机机房周围最大的X- $\gamma$  辐射剂量率为126nGy/h，根据医院提供的材料，后装治疗机年照射时间约为192h，公众居留因子T=1/4，可估算后装治疗机机房周围公众人员年有效剂量约：

$H_2=0.7 \times 126\text{nGy/h} \times 192\text{h} \times 1/4=0.0042\text{mSv}$ ，公众年有效剂量低于环评报告中提出的0.30mSv的公众成员年管理剂量约束值，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的1mSv/a的剂量限值。

## 8、环保检查结果

### 环境管理和安全防护检查

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第3号）、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）及环境保护主管部门的要求，放射源和射线装置使用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。对医院的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

#### （一）组织机构

山东阳光融和医院有限责任公司签订了辐射工作安全责任书，明确法人代表为辐射安全工作第一责任人，成立了辐射安全管理领导小组，有专职管理人员。

#### （二）安全管理制度

山东阳光融和医院有限责任公司制定了安全防护管理制度。

（1）医院制定了《放射性同位素使用登记制度》、《放射源使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《岗位职责》、《放射性废物（源）处置方案》、《放射防护安全管理制度》、《放射工作人员职业健康监管管理制度》、《放射工作人员个人剂量管理办法》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作场所监测管理办法》、《放射性同位素与射线装置台账管理办法》、《受检者告知制度》、《放射诊断质量保证制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《电离辐射危害告知》、《医疗放射性废物及废源处理规定》等。

（2）制定了《辐射事故预防措施及应急处理预案》，并进行了急演练且进行了记录。

（3）人员培训。制定了《放射工作人员培训制度》，该项目涉及的9名辐射工作人员，均参加了辐射安全与防护培训，并取得证书，且证书在有效期内。

（4）.监测方案。制定了《放射工作场所监测管理办法》并执行，且每年委托潍坊益生检测评价有限公司对医院辐射环境进行1次年度监测。

（5）.个人剂量管理。为全部辐射工作人员配备了个人剂量计，并按季度委托潍坊市疾病预防控制中心进行了个人剂量检测。建立了辐射工作人员个人剂量档案。

（6）废源管理。与供单位签订了废源回收协议。

（7）年度评估。编制了辐射安全与防护状况年度评估报告。

#### （三）安全及防护情况

医院配置的辐射防护用品和辐射监测仪器，见表8-1。

表 8-1 主要辐射防护用品和辐射监测仪器设备表

设备名称	型号	数量
表面玷污仪	法国MGP RDS80	1
个人剂量报警仪	北京华瑞森HRS2015型	2
$\gamma$ 辐射监测报警仪4探 头	京华瑞森 HRS2012型	1
辐射巡检仪	RJ38-1103	1
辐射巡检仪	福祿克F451P	1
$\gamma$ 辐射监测报警仪1探 头	京华瑞森 HRS2012型	1

## 9、验收检测调查结论

### 结论

按照国家有关环境保护的法律法规，该项目进行了环境影响评价，履行了建设项目环境影响评价审批手续。需配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

#### 9.1 项目基本情况

山东阳光融和医院有限责任公司位于潍坊市高新区樱前街 9000 号。本项目包括 1 台回旋加速器、1 台医用电子加速器、1 台后装治疗机，验收情况详见表 3-2。

#### 9.2 现场检查结果

(1) 医院制定了辐射工作安全责任书，法人代表为辐射工作安全责任人。设立了辐射安全与环境保护工作领导小组，负责射线装置的安全和防护工作。各工作场所均安排技术人员负责各自的辐射工作。

(2) 医院制定了《放射性同位素使用登记制度》、《放射源使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《岗位职责》、《放射性废物（源）处置方案》、《放射防护安全管理制度》、《放射工作人员职业健康监管管理制度》、《放射工作人员个人剂量管理办法》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作场所监测管理办法》、《放射性同位素与射线装置台账管理办法》、《受检者告知制度》、《放射诊断质量保证制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《电离辐射危害告知》、《医疗放射性废物及废源处理规定》等。

(3) 制定了《辐射事故预防措施及应急处理预案》，并进行了急演练且进行了记录。

(4) 人员培训。制定了《放射工作人员培训制度》，该项目涉及的 9 名辐射工作人员，均参加了辐射安全与防护培训，并取得证书，且证书在有效期内。

(5) 辐射工作人员均配备个人剂量计，工作过程中均携带了个人剂量计，每季度对辐射工作人员进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案。

(6) 医院每年对本单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况进行年度评估，并形成了年度评估报告。

(7) 与供货单位签订了废源回收协议。

(8) 各辐射工作场所门口均贴有“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，各机房门机锁装置和工作状态指示灯使用正常，装有视频监控和急停按钮，工作过程保持通风，且满足标准要求。

(9) 各辐射工作场所均配有铅衣、铅手套等辐射防护用品，本项目共配备 2 台辐射巡检仪，3 台个人报警仪、1 台 4 探头  $\gamma$  辐射监测报警仪、1 台表面污染仪。

(10) 本项目回旋加速器按核医学工作场所需求剂量订单进行核素制备，按全年 52 周计，回旋加速器制备  $^{18}\text{F}$  时每周开机 5 天，每天开机 1 次，每日最大制备量 3.7

$\times 10^9 \text{ Bq}$  (100mCi)，年最大制备量为  $9.62 \times 10^{11} \text{ Bq}$  (26Ci)； $^{11}\text{C}$  每周开机 5 天，每天开机 1 次，每日最大制备量  $3.7 \times 10^8 \text{ Bq}$  (10mCi，年最大制备量为  $9.62 \times 10^{10} \text{ Bq}$  (2.6Ci)； $^{13}\text{N}$  每周开机 5 天，每天开机 1 次，每日最大制备量  $1.48 \times 10^9 \text{ Bq}$  (40mCi)，年最大制备量为  $3.85 \times 10^{11} \text{ Bq}$  (10.4Ci)。回旋加速器划分为控制区和监督区，回旋加速器室、热室、外包间、库房、缓冲间、全检质控室、淋洗间、更衣室、消毒间和洁具间等划为控制区，控制室、气瓶间、设备间和人流通道划为监督区。

固体废物产生后不在场所内贮存，直接委托有危废处置资质的单位进行处置。废气处理系统于回旋加速器室、热室、质检室设置集气口，并与自屏蔽箱上的放射性气体排放管道相连，可有效收集回旋加速器室内放射性活化气体及自屏蔽体内产生的放射性气体，经收集的放射性废气通过系统尾部配置的放射性气体高效活性炭装置(约 2 年更换一次)进行过滤处理，处理后废气再汇入楼层放射性废气专用管道外排，总排风口末端位于楼顶上方，高于屋脊。放射性废气处理系统的运行可有效降低室内放射性气体浓度，不会对环境造成污染。

回旋加速器产生的放射性废水依托核医学工作场所已建设的放射性衰变池进行处理，该衰变池系统位于核医学科西侧地下，该系统设置 4 个衰变池和 1 个应急池，每个衰变池容积为  $26\text{m}^3$ ，应急池容积为  $16\text{m}^3$ ，衰变池  $104\text{m}^3$ ，采用连续式串联自溢流设计，1 号衰变池从底部进水，从上部溢流到 2 号衰变池，以此类推，每个衰变池底部出水口安装有回水止水阀门。本项目废水产生量较少，且所含放射性核素属于短半衰期类型，基本不会对现有核医学科放射性废水衰变池系统产生影响。

(11) 后装机将工作场所划分为控制区和监督区，进行分区管理。机房内设置通风系统，一个进风口，一个排风口，进风排风相互独立。进风口位于迷道内墙西南侧的机房室顶，排风口位于机房西北侧下部靠近地面位置，符合“上进下出，对角设置”的原则，通风效果良好。

(13) 速器机房屏蔽措施满足标准要求，设置了门机联锁装置和电离辐射警示标识，工作状态指示灯使用正常，机房与控制室之间安装了监控和对讲设备，控制台上设计有紧急停机按钮，加速器机房内安装紧急停机按钮，机房内通风效果良好。

### 9.3 现场检测结果

(1) 非工作状态下，回旋加速器机房周围环境  $\gamma$  辐射剂量率范围为(70~140)nGy/h，处在该地区天然放射性本底水平范围内；工作状态下，机房周围环境 X- $\gamma$  辐射剂量率范围为 (99~127) nGy/h，中子剂量当量率范围为 (0~0) nGy/h，满足环评报告中提出的  $2.5 \mu\text{Gy/h}$  的标准限值；核医学科医用回旋加速器中心周围环境  $\beta$  表面污染检测结果最大值为  $2.428\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表面放射性污染控制水平满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)》的控制水平要求；核医学科排放池水中的总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性水平分别为  $0.0328\text{Bq/L}$  和  $2.18\text{Bq/L}$ ，满足《医疗机构水污染物排放标

准》(GB18466-2005)中总 $\alpha$ 放射性1Bq/L和总 $\beta$ 放射性10Bq/L的排放标准要求。

(2)非工作状态下,直线加速器机房周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率范围为(70~140)nGy/h,处在该地区天然放射性本底水平范围内;工作状态下,机房周围环境X- $\gamma$ 辐射剂量率范围为(95~120)nGy/h,中子剂量当量率范围为(0~1300)nGy/h,满足医用电子加速器按照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分:一般原则》(GBZ/T201.1-2007)中规定的2.5 $\mu$ Gy/h的标准限值,停止出束后,加速机机头表面5cm处为164nGy/h,加速机机头表面1m处为138nGy/h,低于《电子加速器放射治疗防护要求》(GBZ126-2011)中规定的周围剂量当量率在离外壳表面5cm任何容易接近处不超过200 $\mu$ Gy/h,离外壳表面1m处不超过20 $\mu$ Gy/h的标准限值。

(3)工作状态下,后装治疗机周围环境辐射剂量率范围为(245~1659)nGy/h,分别满足距离贮源箱表面5cm和100cm处的韧致辐射的空气吸收剂量率分别不得超过10 $\mu$ Gy/h和1 $\mu$ Gy/h的标准限值要求,机房周围环境X- $\gamma$ 辐射剂量率范围为(107~126)nGy/h,满足环评中提出的2.5 $\mu$ Gy/h的标准限值。

#### **9.4 职业与公众受照结果**

该院此次验收项目约涉及辐射工作人员9名,9名工作人员均做了个人剂量计检测,由表6-1可知,9名辐射工作人员个人累积剂量监测结果均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定职业人员20mSv/a的剂量限值,放疗科2名工作人员未超过环评报告中提出的对工作人员年管理剂量约束值6mSv/a的约束值,核医学科2名工作人员未超过环评报告中提出的对工作人员年管理剂量约束值5mSv/a的约束值。

经估算公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的1mSv/a的剂量限值要求,回旋加速器中心公众年有效剂量低于环评报告中提出的0.25mSv的公众成员年管理剂量约束值,后装治疗机周围公众年有效剂量低于环评报告中提出的0.30mSv的公众成员年管理剂量约束值。

#### **9.5 验收结论**

综上所述,本项目的建设符合环境影响报告表及批复的要求,完成了辐射防护及环保设施的建设,并制定了相应的辐射安全管理制度及事故应急预案,从辐射环境保护角度论证,具备竣工验收条件。

## 10、附件

### 附件 1

#### 建设项目竣工环境保护验收检测委托书

潍坊益生检测评价有限公司

我单位（新建、扩建、改建、迁建）山东阳光融和医院有限责任公司回旋加速器、医用电子加速器及后装治疗机应用项目（二期）于\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月竣工试生产。该项目已按照环境保护行政主管部门的审批要求，严格落实各项环境保护措施，污染防治设施与主体工程同时投入试运行。根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等的有关规定，特委托你公司对本项目进行建设项目竣工环境保护验收监测，监测费用由我单位支付。

委托单位（盖章）：山东阳光融和医院有限责任公司

地 址：潍坊市高新区樱前街 9000 号

联 系 人： 张文

联 系 电 话： 18663629913

委 托 日 期： 2019 年 1 月 5 日

省级环保部门审批意见

鲁环辐表审〔2017〕30号

经研究，对《阳光融和医院<sup>192</sup>Ir后装机、18MV电子直线加速器、6MV射波刀及CT模拟定位机应用项目环境影响报告表》提出审批意见如下：

一、山东阳光融合医院有限责任公司现正建设放射诊疗、DSA及Ⅲ类射线装置使用项目，以上项目环评文件已批复，但未建成。该项目为扩建，建设地点为潍坊市高新区樱前街9000号医院放疗中心，项目主要包括：在放疗中心使用1台18MV医用电子加速器和1台6MV射波刀，均属Ⅱ类射线装置；1台CT模拟定位机，均属Ⅲ类射线装置；1台后装机，内含1枚<sup>192</sup>Ir放射源，活度为 $3.7 \times 10^{11}$ Bq，属Ⅲ类放射源。该项目在落实环境影响报告表提出的辐射安全和防护措施及本审批意见的要求后，对环境的影响符合国家有关规定和标准，我厅同意按照环境影响报告表中所列的项目性质、规模、地点和采取的辐射安全和防护措施建设该项目。

二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施和以下要求。

(一)严格执行辐射安全管理制度

1. 落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人，设立辐射安全与环境保护管理机构，指定1名本科以上学历的专业技术人员统一负责全院的辐射安全管理工作，落实岗位职责；各辐射工作场所应安排技术人员负责各自的辐射安全管理工作。

2. 落实放射源和各类射线装置操作规程、使用登记制度、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。

(二)加强辐射工作人员及患者的辐射安全和防护工作

1. 认真落实培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和再培训，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。

2. 按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(部令18号)的要求，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到1人1档。辐射工作人员应规范佩戴个人剂量计，每3个月进行1次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量档案和个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向环保部门报告。

3. 辐射工作人员应严格在规定的区域内按照规程进行放射性同位素操作，并穿戴必要的辐射防护用品，确保辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的标准限值。

4. 从事放射治疗或诊断时，应对患者采取有效辐射安全与防护措施，严格控制受照剂量。

(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作

1. 医院各辐射工作场所醒目位置上应设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

2. 医用电子加速器和射波刀机房应按要求落实实体屏蔽措施，确保机房墙体外表面及防护门外 30cm 处的周围剂量当量率不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；落实门机联锁、工作状态指示灯、急停按钮、监控和对讲系统等辐射安全与防护设施；机房应按要求设置通风设施，保持良好通风，通风换气次数不小于 4 次/小时。

后装机机房应落实实体屏蔽，确保机房墙体外表面及防护门外 30cm 处剂量当量率不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；落实工作状态指示灯、门机联锁装置、声光报警装置、应急开关、放射源监测器、监视器和对讲系统等辐射安全与防护措施。机房应按要求设置通风设施，保持良好通风。

CT 模拟定位机机房应落实实体屏蔽措施，确保治疗室墙体外表面及防护门外 30cm 处剂量当量率不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；落实防护门、工作状态指示灯等安全与防护措施；机房应按要求设置动力排风系统，保持良好通风。

3. 做好后装机和各类射线装置、安全与防护措施的维护、维修，并建立维修、维护档案。

4. 落实放射源使用登记制度，建立使用台账。做好安全保卫工作，明确专人负责保管，确保放射源安全。

5. 配备至少 1 台 X- $\gamma$  剂量率仪，制定并严格执行辐射环境监测计划，开展辐射环境监测，并向环保部门上报监测数据。

(四) 制定并定期修订本单位的辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练。若发生辐射事故，应及时向环保、公安和卫计等部门报告。

三、建设项目竣工后，你院应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，并依法向社会公开验收报告。

四、本审批意见有效期为五年，若该项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护设施等发生重大变动，须重新向我厅报批环境影响评价文件。

五、接到本审批意见后 10 日内，将本审批意见及环境影响报告表送潍坊市环境保护局和潍坊市环境保护局高新区分局备案。

经办人：于弘路

2017年12月25日



市级环保部门审批意见

潍环辐表审〔2018〕013号

经研究，对《山东阳光融合医院有限责任公司回旋加速器应用项目环境影响报告表》提出审批意见如下：

一、山东阳光融合医院有限责任公司位于潍坊市高新区樱前街9000号，该院于2017年3月24日取得辐射安全许可证（鲁环辐证[07214]），准予从事使用乙级非密封放射性物质工作场所、II类、III类射线装置、III类、IV类、V类放射源的活动。

本项目内容为：拟将医院门诊医技楼一层核医学科西北侧预留区域改建回旋加速器中心，属乙级非密封放射性物质工作场所。新购进1台Qilin型回旋加速器，属II类射线装置，利用回旋加速器制备PET-MR用放射性药品 $^{18}\text{F}$ （日等效最大操作量 $3.7\text{E}+7\text{Bq}$ ，年最大用量 $9.62\text{E}+11\text{Bq}$ ）、 $^{11}\text{C}$ （日等效最大操作量 $3.7\text{E}+6\text{Bq}$ ，年最大用量 $9.62\text{E}+10\text{Bq}$ ）、 $^{13}\text{N}$ （日等效最大操作量 $1.48\text{E}+7\text{Bq}$ ，年最大用量 $3.85\text{E}+11\text{Bq}$ ）。该项目在落实环境影响报告表提出的辐射安全和防护措施及本审批意见的要求后，对环境的影响符合国家有关规定和标准，我局同意按照环境影响报告表中所列的项目性质、规模、地点和采取的辐射安全和防护措施建设该项目。

二、该项目应严格落实环境影响报告表及以下要求，完善辐射安全与防护措施，开展辐射工作：

（一）严格执行辐射安全管理制度

1. 落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设置辐射安全与环境保护管理机构，安排具有本科以上学历的专业技术人员负责管理医院辐射安全管理工作。在该辐射工作场所指定一名技术人员负责该场所的辐射安全管理工作，落实岗位职责。

2. 落实放射性同位素生产、分装登记制度，回旋加速器操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。

（二）加强辐射工作人员的安全和防护工作

1. 加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全与防护初级培训和再培训，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。

2. 辐射工作人员应规范佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人

员个人剂量档案，做到一人一档。

(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作

1. 落实工作场所实体屏蔽，做到屏蔽墙、防护门及室顶外 30cm 处辐射剂量率不大于  $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。

2. 回旋加速器工作场所实行分区管理，并划分控制区和监督区。

3. 在醒目位置上设置符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)》要求的电离辐射警告标志。

4. 落实门-机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮等辐射安全与防护措施，设置通风系统。做好回旋加速器辐射安全与防护设施的维护、维修，建立维修、维护档案，确保辐射安全与防护措施安全有效。

5. 建立回旋加速器使用台账，做好安全保卫工作。

6. 配备足够的辐射剂量率仪和个人剂量报警仪，制定并严格执行辐射环境监测计划，开展辐射环境监测，并向环保部门上报监测数据。

(四) 开展本单位辐射安全和防护状况的年度评估，每年 1 月 31 日前向我局提交年度评估报告，并同时报高新区环保分局。

(五) 制定并定期修订辐射事故应急预案，组织开展应急演练。若发生辐射事故，应及时向环保、公安和卫计等部门报告。

三、该项目在落实以上意见和要求后，应及时按照相关规定进行竣工环境保护验收，经验收合格后方可正式投入使用。

四、本审批意见有效期为五年，若该项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护设施等发生重大变动，须重新向我局报批环境影响评价文件。

五、接到本审批意见后 10 日内，将本审批意见及环境影响报告表送高新区环保分局备案。

经办人：耿维顺

2018 年 4 月 27 日

(2)

## 辐射工作安全责任书

为防止放射性污染，保护环境，保障人体健康，落实辐射工作安全责任，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》有关规定，

山东阳光融和医院有限责任公司（涉源单位名称）承诺：

一、单位负责人赵宗仁为本单位辐射工作安全责任人。

二、设置专项机构放射防护管理领导小组负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作。

三、在许可规定的范围内从事辐射工作。

四、健全安全、保安和防护管理规章制度，制定辐射事故应急方案，并采取措  
施防止辐射事故的发生。一旦发生事故将立即报告当地环保部门。

五、建立放射性同位素的档案，并定期清点。

六、指定专人刘春雨负责放射性同位素保管工作。放射性同位素单独存放，不与易燃、易爆、腐蚀性等物品混存。确保贮存场所具有防火、防水、防盗、防丢失、防泄漏的安全措施。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时及时进行登记、检查，做到账物相符。

七、保证其辐射工作场所安全、防护和污染防治设施符合国家有关要求，并确保这些设施正常运行。

八、发生任何涉及放射性同位素的转让、购买行为时，在规定时间内办理备案登记手续。

九、在运输或委托其他单位运输放射性同位素时，遵守有关法律法规，制定突发事件的应急方案，并有专人押运。

十、按有关规定妥善处置放射性废物或及时送城市放射性废物库贮存。

十一、对本单位辐射工作人员进行有关法律、法规、规章、**专业技术、安全**防护和应急响应等知识的培训教育，持证上岗。

十二、每年对本单位辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，安全评估报告将对存在的安全隐患提出整改方案，安全评估报告报省级和市级环保部



门备案。

十三、建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

十四、认真履行上述责任，如有违反，造成不良后果的，将依法承担有关法律及经济责任。

单 位：山东阳光融和医院有限责任公司

法定代表人：赵宗仁

负 责 人：周玉东

联 系 人：申震

电 话：15689226180

日 期：二〇一七年 一 月 九 日





# 检测报告

潍益生检字 FS（2019）第 010902 号

正本

项目名称：山东阳光融和医院有限责任公司  $^{192}\text{Ir}$  后装机、18MV 电子直线加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目（二期）、回旋加速器应用项目竣工环境保护验收检测报告

委托单位：山东阳光融和医院有限责任公司

报告时间：2019 年 01 月 16 日

潍坊益生检测评价有限公司

(加盖报告专用章)

# 潍坊益生检测评价有限公司

## 公司简介

潍坊益生检测评价有限公司成立于 2012 年 8 月，是专业从事检测服务的独立法人机构。依据国家有关法律、法规、标准和条例，受客户委托，开展检测服务，为客户提供独立、公正、权威、准确的检测数据。

公司目前开展的检测业务主要为环境检测，包括空气和废气、噪声和振动、电磁辐射（电场强度、磁场强度、磁感应强度、功率密度等）、电离辐射（X- $\gamma$  空气吸收剂量率、个人和环境 X- $\gamma$  辐射累积剂量、中子剂量当量率、 $\alpha$   $\beta$  表面污染等）、油气（加油站、储油库、汽油运输车辆的油气回收系统密闭性、液阻、气液比、油气排放浓度等）等项目的检测。

公司在日常工作中围绕“科学严谨、公正准确、优质高效”的质量方针，坚持以顾客为关注焦点的经营理念，用公正诚实的职业道德，确保为客户提供优质高效的服务。

# 检 测 报 告

检测项目	X- $\gamma$ 空气吸收剂量率、中子剂量当量率、 $\beta$ 表面污染水平，水中总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 比活度	检测类别	委托检测
受检单位	山东阳光融和医院有限责任公司		
受检单位地址	潍坊市高新区樱前街 9000 号		
联系科室	——	联系人	张文
		联系电话	18663629913
委托单位	山东阳光融和医院有限责任公司		
委托单位地址	潍坊市高新区樱前街 9000 号		
联系科室	——	联系人	张文
		联系电话	18663629913
项目描述	山东阳光融和医院有限责任公司 $^{192}\text{Ir}$ 后装机、18MV 电子直线加速器、6MV 射波刀及 CT 模拟定位机应用项目（二期）、回旋加速器应用项目竣工环境保护验收检测是对该院放射场所周围环境进行验收检测，受检场所中设置的医疗设备包括 2 台 II 类射线装置：1 台 Trilogly 直线加速器、1 台 Qilin 回旋加速器，分别位于放疗中心和核医学科回旋加速器中心；1 枚 III 类放射源：GammaMedplue 后装机，位于放疗中心。		
检测目的	通过检测上述设备工作场所及其周边环境的放射剂量，为辐射工作单位做好射线装置验收工作提供科学、公正数据。		
检测依据	GB/T 14583-1993 《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》； GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》； GB/T 14056.1-2008 《表面污染测定第 1 部分 $\beta$ 发射体 ( $E_{\beta\text{max}} > 0.15\text{MeV}$ 和 $\alpha$ 发射体)》； GB12379-1990 《环境核辐射检测规定》； HJ/T 61-2001 《辐射环境监测技术规范》。		
检测结果	见第 3 页~第 15 页。		
评价依据	GB18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》。		
检测结论	不作评价。		
报告编制		编制日期	年 月 日
报告审核		审核日期	年 月 日
报告批准		批准日期	年 月 日

本报告书包括封面、正文（附页）、封底，并盖有计量认证章、检测专章和骑缝章。

# 检 测 报 告

监测 仪器 基本 情况	仪器名称： 中子剂量当量仪 仪器型号：BH3105 仪器编号：44 仪器校准有效期限： 2018. 9. 19~2019. 9. 18	仪器名称： 便携式 X-γ 剂量率仪 仪器型号：BH3103B 型 仪器编号：075、049 仪器校准有效期限： 075： 2018. 9. 25~2019. 9. 24 049： 2018. 10. 18~2019. 10. 17	仪器名称： α、β 表面污染测量仪 仪器型号：XH-3206 仪器编号：2015030004 仪器校准有效期限： 2018. 9. 21~2019. 9. 20
检测 仪器 技术 指标	测量范围：5cps/(μSv/h)；时间响应：20s； 测量范围：0.1 μSv/h~100.0mSv/h； 相对固有误差：-50%~+100%； 测量误差：不超出±15%(典型值)； 能量响应：热中子~14MeV； 耐γ性能：由 <sup>137</sup> Cs γ源产生的 10mSv/h γ场中，抑制比优于 100:1， 附加误差≤10%（对 1mSv/h）； 角响应：仪器的指示值随辐射入射角相对于校准方向，在 0~±90°的变化≤+25%。	测量范围：1~10000×10 <sup>-8</sup> Gy/h； 能量响应：25keV~3MeV， 极限偏差+15%； 对宇宙射线的能量响应： 极限偏差 +15%（以 RS-111 高压电离室为标准）； 剂量率指示的固有误差： ≤+10%；角响应：极限偏差 +15% ( <sup>137</sup> Cs, 0°~150°相对于最大响应数值)； 长期稳定性：≤+7%（连续工作 8 小时） 温度变化范围：≤+30%（-10℃~+40℃）	计数容量：0~9999；测量范围： α：0~9999CPS， β：0~9999CPS； 活度响应：参考核素：α：241Am β：904Sr+904Y 源表面与探测器窗距离： α：5mm β：10mm 相对固有误差：在正常使用条件下，相对固有误差≤±15%； 使用条件：环境温度：-10~+45℃ 相对湿度：≤90±3%（30±2℃） 标准条件：温度：20±5℃ 相对湿度：≤65%
环境 条件	检测日期：2019 年 01 月 09 日 天气：多云                      环境温度：1.9℃                      环境湿度：45.8%		
检测 地点	潍坊市高新区樱前街 9000 号，山东阳光融和医院有限责任公司放疗中心、核医学科回旋加速器中心。		

本报告书包括封面、正文（附页）、封底，并盖有计量认证章、检测专章和骑缝章。

# 检 测 报 告

## 一、回旋加速器辐射检测结果

放射诊疗场所：回旋加速器室

放射诊疗设备的型号：Qilin

放射诊疗设备生产厂家：GE

1、工作场所放射本底值（非工作状态）：(70~140)nGy/h

## 2、工作状态：

检测点位	点位描述	X (γ) 空气吸收剂量率		中子剂量当量	
		nGy/h	标准偏差	nSv/h	标准偏差
A1	机房门中心30cm	127	14.8	0	0.000
A2	左上角30cm	103	14.8	0	0.000
A3	左下角30cm	103	8.4	0	0.000
A4	右上角30cm	99	8.9	0	0.000
A5	右下角30cm	107	14.8	0	0.000
A6	走廊	105	12.2	0	0.000
A7	机房北墙偏西30cm	107	11.0	0	0.000
A8	中间30cm	109	11.4	0	0.000
A9	偏东30cm	117	13.0	0	0.000
A10	机房北墙外5m	117	13.0	0	0.000
A11	合成热室内	101	11.4	0	0.000
A12	医疗垃圾箱上侧30cm	113	11.0	0	0.000
A13	北侧30cm	109	11.4	0	0.000
A14	西侧30cm	109	11.4	0	0.000
A15	准备间内	115	10.0	0	0.000
A16	外包间内	105	15.8	0	0.000
A17	准备间外走廊	109	11.4	0	0.000
检测值范围		99~127		0~0	

## 3、β 表面污染水平：

检测点位	点位描述	检测值Bq/cm <sup>2</sup>	标准偏差
A11	合成热室内	1.339	0.079
A12	医疗垃圾箱上侧30c	2.428	0.192
A13		1.220	0.085
A14		1.229	0.127
A15	准备间内	2.246	0.091
A16	外包间内	1.268	0.133
A17	准备间外走廊	1.291	0.140
检测值范围		1.220~2.428	

本报告书包括封面、正文（附页）、封底，并盖有计量认证章、检测专章和骑缝章。

# 检测报告

## 核医学科衰变池水中总 α、总 β 放射性检测结果

样品编号	检测项目	检测结果 (Bq/L)
19010083	水中总 α 放射性	0.0328
	水中总 β 放射性	2.18

备注:总 α、总 β 放射性检测分包给山东豌豆环境检测服务有限公司,检测结果由其出具,见附件 1。其资质如下:



本报告书包括封面、正文(附页)、封底,并盖有计量认证章、检测专章和骑缝章。

# 检测报告

## 4.1 通过的资质认定项目表

第 37 页 共 88 页

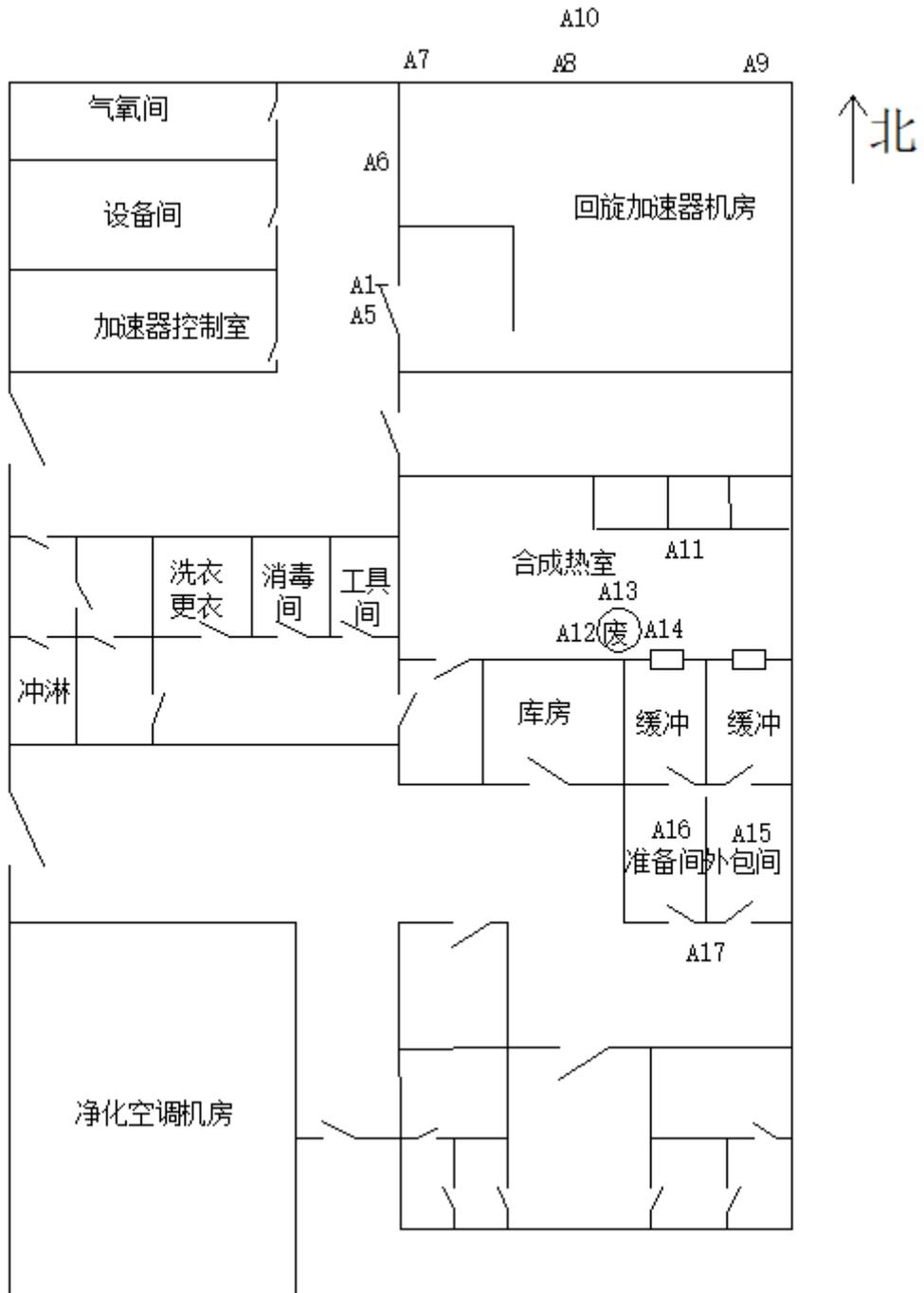
(检验地址: 山东省潍坊高新区健康东街以南高新二路以东研发中心(生物医药科技园 G 座 205))

(106)	丙酮	HJ 895-2017	水质 甲醇和丙酮的测定 顶空/气相色谱法	
(107)	百草枯	HJ 914-2017	水质 百草枯和杀草快的测定 固相萃取-高效液相色谱法	
(108)	敌草快	HJ 914-2017	水质 百草枯和杀草快的测定 固相萃取-高效液相色谱法	
(109)	总 α 放射性	HJ 898-2017	水质 总 α 放射性的测定 厚源法	
(110)	总 β 放射性	HJ 899-2017	水质 总 β 放射性的测定 厚源法	
(111)	溶解性总固体	CJ/T 51-2004	城市污水水质检验方法标准(重量法)	
	60 城镇污水处理厂污染物排放要求	GB 18918-2002	城镇污水处理厂污染物排放标准	仅检所列项目
(1)	化学需氧量	HJ 828-2017	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法	
(2)	五日生化需氧量	HJ 505-2009	水质 五日生化需氧量(BOD5)的测定 稀释与接种法	
(3)	悬浮物	GB/T 11901-1989	水质 悬浮物的测定 重量法	
(4)	动植物油	HJ 637-2012	水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法	
(5)	石油类	HJ 637-2012	水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法	
(6)	阴离子表面活性剂	GB/T 7494-1987	水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲蓝分光光度法	
(7)	总氮	HJ 636-2012	水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	
(8)	氨氮	HJ 535-2009	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法	
(9)	总磷	GB/T 11893-1989	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法	
(10)	色度	GB/T 11903-1989	水质 色度的测定	

本页以下空白。

附图 1:

回旋加速器检测布点示意图



本页以下空白。

# 检测 报 告

## 二、直线加速器辐射检测结果

放射诊疗场所：放疗中心

放射诊疗设备的型号：Trilogy

放射诊疗设备生产厂家：美国瓦里安

1、工作场所放射本底值（非工作状态）：(70~140)nGy/h

### 2、加速器向上出束时检测值：

检测 点位	点位描述	检测条件	X (γ) 空气吸收剂量		中子剂量当量	
			nGy/h	标准偏差	nSv/h	标准偏差
B1	操作位	10MV	100	8.5	0	0.000
B2	机房门中心30cm	10MV	109	13.5	900	0.084
B3	左上角30cm	10MV	109	10.7	1200	0.114
B4	左下角30cm	10MV	102	11.6	1200	0.100
B5	右上角30cm	10MV	112	10.6	1000	0.130
B6	右下角30cm	10MV	101	12.6	900	0.122
B7	机房门外走廊	10MV	116	12.0	0	0.000
B8	机房西墙偏北30cm	10MV	109	11.7	0	0.000
B9	中间30cm	10MV	102	10.6	0	0.000
B10	偏南30cm	10MV	104	9.9	0	0.000
B11	机房楼顶	10MV	102	10.6	0	0.000
检测值范围			100~116		0~1200	

本页以下空白。

# 检测 报 告

3、加速器向下出束时检测值:

检测 点位	点位描述	检测条件	X (γ) 空气吸收剂量率		中子剂量当量	
			nGy/h	标准偏差	nSv/h	标准偏差
B1	操作位	10MV	104	9.9	0	0.000
B2	机房门中心30cm	10MV	105	8.2	1000	0.152
B3	左上角30cm	10MV	100	11.8	1000	0.152
B4	左下角30cm	10MV	99	11.7	900	0.167
B5	右上角30cm	10MV	95	12.5	1000	0.130
B6	右下角30cm	10MV	100	9.7	1200	0.084
B7	机房门外走廊	10MV	103	9.2	0	0.000
B8	机房西墙偏北30cm	10MV	97	6.3	0	0.000
B9	中间30cm	10MV	98	8.2	0	0.000
B10	偏南30cm	10MV	105	8.2	0	0.000
B11	机房楼顶	10MV	107	11.4	0	0.000
检测值范围			95~107		0~1200	

本页以下空白。

# 检测 报 告

## 4、加速器向南出束时检测值:

检测 点位	点位描述	检测条件	X (γ) 空气吸收剂量率		中子剂量当量	
			nGy/h	标准偏差	nSv/h	标准偏差
B1	操作位	10MV	98	6.7	0	0.000
B2	机房门中心30cm	10MV	108	9.5	1000	0.158
B3	左上角30cm	10MV	105	11.5	800	0.114
B4	左下角30cm	10MV	101	10.7	900	0.114
B5	右上角30cm	10MV	105	13.3	1000	0.114
B6	右下角30cm	10MV	97	15.5	1100	0.200
B7	机房门外走廊	10MV	109	13.5	0	0.000
B8	机房西墙偏北30cm	10MV	96	9.9	0	0.000
B9	中间30cm	10MV	115	9.4	0	0.000
B10	偏南30cm	10MV	120	13.5	0	0.000
B11	机房楼顶	10MV	103	10.3	0	0.000
检测值范围			96~120		0~1100	

本页以下空白。

# 检测 报 告

5、加速器向北出束时检测值:

检测 点位	点位描述	检测条件	X (γ) 空气吸收剂量率		中子剂量当量	
			nGy/h	标准偏差	nSv/h	标准偏差
B1	操作位	10MV	117	12.3	0	0.000
B2	机房门中心30cm	10MV	101	14.3	1300	0.089
B3	左上角30cm	10MV	95	8.2	1200	0.167
B4	左下角30cm	10MV	107	12.3	1100	0.110
B5	右上角30cm	10MV	109	12.6	1000	0.152
B6	右下角30cm	10MV	111	10.7	900	0.130
B7	机房门外走廊	10MV	107	10.3	0	0.000
B8	机房西墙偏北30cm	10MV	105	13.3	0	0.000
B9	中间30cm	10MV	107	11.4	0	0.000
B10	偏南30cm	10MV	111	13.5	0	0.000
B11	机房楼顶	10MV	112	14.9	0	0.000
检测值范围			95~117		0~1300	

本页以下空白。

# 检测报告

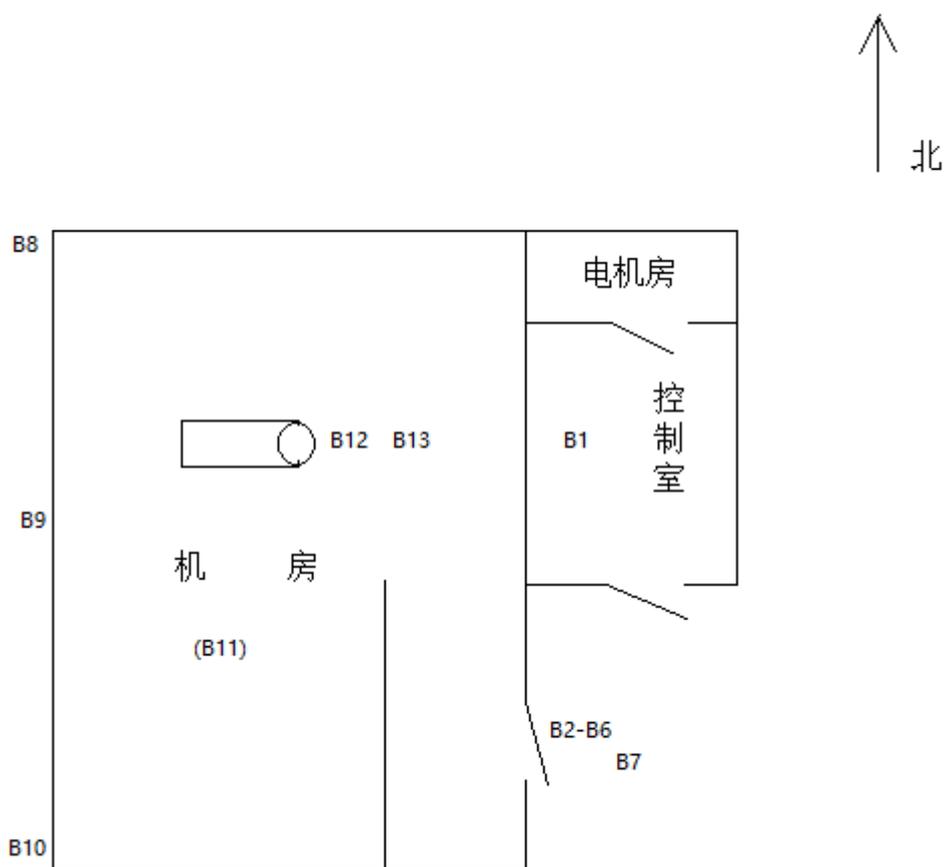
## 6、加速器出束结束1min后，X（ $\gamma$ ）射线空气吸收剂量率：

检测位置	检测值	
	nGy/h	标准偏差
B12 距机头5cm	164	7.38
B13 距机头1m	138	6.75

本页以下空白。

附图 2:

直线加速器检测布点示意图



本页以下空白。

# 检测报告

## 三、后装机辐射检测结果

放射诊疗场所：放疗中心

放射诊疗设备的型号：GammaMedplue

放射诊疗设备生产厂家：瓦里安

1、工作场所放射本底值（非工作状态）：(80~140)nGy/h

## 2、非工作状态，后装机表面

检测点位	点位描述	检测条件	检测值nGy/h	标准偏差
C1	放射源东侧表面5cm	储源状态	1659	47.246
C2	放射源东侧表面1m	储源状态	310	27.889
C3	放射源上方表面5cm	储源状态	1266	26.750
C4	放射源上方表面1m	储源状态	296	16.465
C5	放射源下方表面5cm	储源状态	1199	29.231
C6	放射源下方表面1m	储源状态	338	25.298
C7	放射源南侧表面1m	储源状态	245	17.159
C8	放射源西侧表面1m	储源状态	273	31.640
C9	放射源北侧表面1m	储源状态	335	18.409

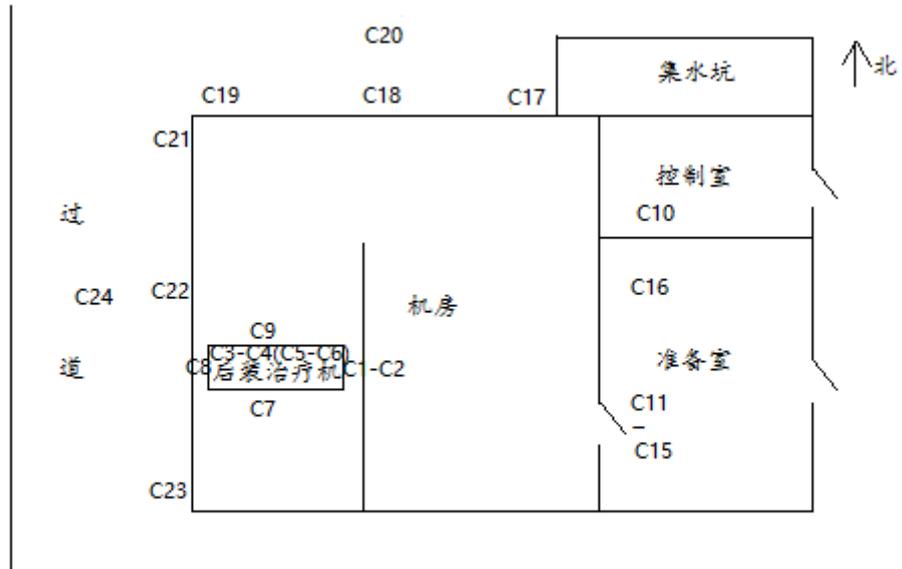
## 3、工作状态：

检测点位	点位描述	检测条件	检测值nGy/h	标准偏差
C10	控制室操作位	工作状态	117	9.487
C11	准备室机房门中心30cm	工作状态	121	9.944
C12	左上角30cm	工作状态	109	13.703
C13	左下角30cm	工作状态	126	9.661
C14	右上角30cm	工作状态	110	12.472
C15	右下角30cm	工作状态	116	15.055
C16	机房东侧准备室内	工作状态	107	13.375
C17	机房北墙外偏东30cm	工作状态	120	11.547
C18	中间30cm	工作状态	116	10.750
C19	偏西30cm	工作状态	111	13.703
C20	机房北墙外5m	工作状态	110	13.333
C21	机房西墙外偏北30cm	工作状态	112	11.353
C22	中间30cm	工作状态	110	12.472
C23	偏南30cm	工作状态	113	12.517
C24	机房西墙外走廊	工作状态	107	8.233
检测值范围			107~1659	

本报告书包括封面、正文（附页）、封底，并盖有计量认证章、检测专章和骑缝章。

附图 3:

后装机检测布点示意图



本页以下空白。

# 检 测 报 告

附表 1 本项目涉及开放性核素明细表

序号	核素名称	场所等级	日等效最大操作量	年最大等效操作量	工作场所具体位置
1	$^{18}\text{F}$	乙级	$3.7 \times 10^6$	$9.62 \times 10^{11}$	核医学科回旋加速器中心
2	$^{11}\text{C}$	乙级	$3.7 \times 10^6$	$9.62 \times 10^{10}$	核医学科回旋加速器中心
3	$^{13}\text{N}$	乙级	$1.48 \times 10^7$	$3.85 \times 10^{11}$	核医学科回旋加速器中心

以下空白。

附件 1-山东豌豆环境检测服务有限公司检测报告



正本 第 1 页 共 3 页



报告编号: SDWD 19010047

# 检 测 报 告

## Monitoring Report

被 检 单 位: 山东阳光融和医院有限责任公司

委 托 单 位: 潍坊益生检测评价有限公司

检 验 类 别: 废水

报 告 日 期: 2019 年 01 月 12 日



山东豌豆环境检测服务有限公司

(检验检测专用章)





受潍坊益生检测评价有限公司委托，山东豌豆环境检测服务有限公司于 2018 年 01 月 10 日对山东阳光融和医院有限责任公司废水进行了检测。

### 一、检测技术规范、依据、使用仪器及样品信息

检测方法见表 1，样品状态见表 2，质控措施、质控依据见表 3。

表 1 废水水质方法一览表

分析项目	分析方法	方法依据	仪器设备	检出限
总 α 放射性	厚源法	HJ 898-2017	二路低本底 α β 测量仪 LB-2 Q2014-153	4.3× 10 <sup>-2</sup> Bq/L
总 β 放射性	厚源法	HJ 899-2017	二路低本底 α β 测量仪 LB-2 Q2014-153	1.5× 10 <sup>-2</sup> Bq/L

表 2 样品状态一览表

样品名称	样品状态
废水	聚乙烯桶 (2.5L) × 1

表 3 质控依据及质控措施方法一览表

项目类别	质控标准名称	质控标准号
废水	地表水和污水监测技术规范	HJ/T 91-2002
	水质 样品的保存和管理技术规定	HJ 493—2009

### 二、检测结果

表 4 废水检测结果表

样品编号	原编号	采样点位	检测项目	计量单位	检测结果
19010083	201901104101	医院衰变池排 放口	总 α 放射性	Bq/L	3.28×10 <sup>-2</sup>
			总 β 放射性	Bq/L	2.18

以上为此报告全部内容，后附报告声明。

送样人员：刘晓媛

分析检测人员：王东秀

编制：刘祥芸

审核：李会会

批准：刘江英  
 山东豌豆环境检测服务有限公司  
 (检验检测专用章)  
 2019 年 01 月 12 日

服务有  
 检测专用

## 报 告 声 明

- 1、报告无“检验检测专用章”、骑缝章无效。
- 2、报告无“授权签字人”签字无效。
- 3、经复制的报告无重新加盖“检验检测专用章”无效。
- 4、报告涂改无效。
- 5、对委托单位送样检测仅对样品负责，未经检验机构同意，委托人不得使用检验结果进行不当宣传。
- 6、检测结果仅对本次样品有效。
- 7、对检测报告如有异议，请在收到报告之日起十五日内向本公司提出，过期不予受理。
- 8、《检测报告》的报告编号是唯一的，即每一个报告编号仅对应唯一的《检测报告》。
- 9、样品的真实性由委托方负责。

地址：山东省潍坊高新区健康东街以南高新二路以东研发中心

邮编：261041

E-mail: sdwdhjjc@163.com

电话：0536-6107301

传真：0536-8893001

本报告共 2 份

发 1 份

存 1 份

# 资质证书复印件



## 检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 181512341865

名称: 潍坊益生检测评价有限公司

地址: 山东潍坊高新区新昌街道寨子社区昌宁街386号(山东中宇环保科技有限公司院内)3楼(261061)

经审查,你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力,现予批准,可以向社会出具具有证明作用的数据和结果,特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

许可使用标志



181512341865

发证日期: 2018年12月24日

有效期至: 2024年06月06日

发证机关: 山东省市场监督管理局



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制,在中华人民共和国境内有效。

## 声 明

1. 本报告无专用章和批准人签章无效。
2. 委托单位对报告如有异议，请于报告收到之日起十五日内向本公司书面提出复测申请，同时附上报告原件并预付复测费。
3. 委托单位办理完毕相关手续后，本公司会尽快安排复测，如果复测结果与异议内容相符，本公司将退还委托单位的复测费。
4. 不可重复性或不能进行复测的实验，不进行复测，委托单位放弃异议权利。
5. 委托单位对样品的代表性和 CK 资料的真实性负责，否则本公司不承担任何责任。
6. 本报告仅对所测样品负责，报告数据仅反映对所测样品的评价，对于报告及所载内容的使用、使用所产生的直接或间接损失及一切法律后果，本公司不承担任何经济和法律责任。
7. 本公司有权在完成报告后处理所测样品。
8. 本公司保证工作的客观公正性，对委托单位的商业信息、技术文件等商业秘密履行保密义务。
9. 本报告全部或部分复制、私自转让、盗用、冒用、涂改或以其它任何形式篡改的均属无效，本公司将对上述行为严究其相应的法律责任。

地址：山东潍坊高新区新昌街道寨子社区昌宁街 386 号（山东中宇环保科技有限公司院内）  
3 楼      邮编：261061      电话：（0536）8678768      传真：（0536）8678768

## 岗位职责

- 1、在科任领导下，上岗人员必须爱护各种影像设备，进行经常性保养，及时调整机房温和湿度，保证 X 线检查的正常运行，各种仪器设备以及附属用品使用完毕必须复位并整理机房、清洁设备。
- 2、严格遵守操作规程，按规定的性能条件进行工作，不利擅自更改，实习和见习人员必须在老师指导下工作。
- 3、根据临床要求，进行常规和特殊摄片以及各种造影，及时和相关岗位保持密切联系，不断反馈质量信息，各种检查在没有把握的情况下应请患者稍候观察结果。在使用碘对比剂时，工作结束后再观察 15 分钟，及时发现迟发反应。
- 4、不推诿患者，坚守工作岗位，按时开门检查，机房内不得会客和做与工作无关的事情，机房内不准吃食物，严禁吸烟，发生医患纠纷时，克制忍耐，多做解释，妥善处理，及时汇报。
- 5、加强防护意识，注意对患者敏感部位必要的照射时，尽量使用小照射野，无关人员不要进入正在工作的环境，陪护人员应给予防护射线的教育。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016 年 12 月 12 日

## 辐射防护安全保卫制度

1. 在院长及分管院长领导下，成立放射领导小组，科主任负责全面防护日常工作，定期研究放射防护工作，保护人群及工作人员防护安全。
2. 放射科 X 线检查场所和环境：必须按部分标准进行防护处理和屏蔽，并警示。
3. 严格掌握 X 线检查的适用范围，正确合理地使用 X 线检查，对受检查者及携扶者，放射工作人员均应采取有效防护措施。
4. 在场所许可证范围内开展工作，操作人员应持证上岗，工作量须登记上册。
5. 保证 X 线诊断设备处于正确状态，各种仪表指示准确。
6. 机房布局合理，不准堆放无关杂物。
7. 加强防火、防盗管理。在发生辐射装置丢失、被盗、火灾事故后，应立即向领导汇报，并报公安、环保和卫生部门。在报告的同时及时向有关部门如实提供事故中丢失、被盗、火灾中的辐射装置种类，以便相关部门采取相应措施。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016 年 12 月 12 日

# 放射防护安全管理制度

## 一、法律法规

遵循《中华人民共和国职业病防治法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射诊疗管理规定》及省、市关于放射防护的规定等有关辐射防护法律、法规，接受并配合各级环保部门和卫生部门的监督和指导。

## 二、管理机构

成立辐射安全管理小组，明确规定由辐射安全管理小组负责辐射防护管理工作，并确定小组各成员职责，加强监督和管理。

## 三、相关手续

按照有关法律、法规要求，新建、改建和扩建项目应进行辐射环境影响评价和建设项目职业病危害评价，并领取《辐射安全许可证》及《放射诊疗许可证》。

## 四、放射工作人员培训计划

- 1、从事放射工作的人员，均应参加卫生行政部门组织的放射防护安全知识和法律法规培训，培训合格方能上岗，并每两年组织复训。
- 2、从事放射管理的人员同样要接受培训。

## 五、个人剂量和健康管理

- 1、从事放射工作的人员在工作期间佩戴个人剂量计，每季度接受个人剂量监测，并将监测结果存档。
- 2、组织从事放射工作的人员每年接受身体检查，每两年送有职业病检查资质的医院接受检查，并建立健康档案。一旦发现健康问题，立即送有资质的医院进行进一步诊治。
- 3、加强放射工作人员的健康管理，发放相关津贴等。

## 六、放射工作场所的监测

放射科的机房建设，应布局合理，机房面积和高度符合有关规定要求，机房的建筑防护由专业施工单位进行施工，竣工后由具有相应资质单位进行检测，验收合格后方可投入使用。放射工作场所每年由具有资质的监测单位监测一次，监测结果存档，并上报环保部门和卫生部门。



#### 七、年度评估报告

每年进行一次放射装置安全和防护状况评价，年度评估于每年年底前上报地方环保部门和卫生行政部门。应包括以下内容：

1. 射线装置台帐辐射安全和防护设施的运行和维护。
2. 辐射安全和防护制度及措施的建立和落实。
3. 事故和应急措施以及档案管理等方面的内容。
4. 放射诊疗设备放射防护性能和工作场所放射防护检测报告。

#### 八、放射事故应急处置

发生辐射事故，必须立即启动应急预案，采取防护措施，控制事故影响，保护事故现场，并在2个小时内向环保、公安和卫生部门报告。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016年3月



## 放射性同位素使用登记制度

- 一、从事放射性同位素实验操作的人员必须持有环保局颁发的放射性同位素上岗资格证。无证人员一律不得入内。
- 二、实验人员从事放射性同位素实验，必须提前预约并填写放射性同位素使用登记表，经实验中心主任批准后方可进行实验。
- 三、从事放射性同位素操作的人员要熟悉放射性同位素操作基本知识，认真阅读放射性同位素操作规程、安全管理制度等规定，服从同位素实验室管理人员的安排、指导。
- 四、使用放射性同位素过程中，必须严格按操作规程操作，要严格落实双人领取、双人使用等规定。
- 五、实验过程中放射源取出和放回时，应对放射源的名称、编号、枚数等认真仔细核对，确认无误后，由放射源管理人员和使用人员共同签字认可后，才能放入专用保险柜储存，并实行保险柜的双人保管、双把锁制度。
- 六、实验结束后，由实验室管理人员测试实验工作台面污染情况并签字。造成污染的，应立即进行清洁处理。造成严重放射性事故的要立即上报物理实验中心、物理学院和学校放射工作领导小组办公室，启动事故应急预案予以处置。
- 七、实验人员必须将实验使用放射性同位素等情况要如实填写，实验期间对实验室水电、门窗、安全、卫生等情况负责监督，实验结束后负责进行清洁



## 放射源使用登记制度

- 1、为了加强放射源管理，防止泄露、丢失事故发生，明确使用人员的责任义务，特制定本制度。
- 2、由辐射防护专责人员建立放射源使用台帐等一系列表格，并严格按照要求执行。
- 3、放射源必须是谁使用，谁登记并作好使用记录，严禁登记人由他人使用，使用后必须由使用人收回并登记，不得代登记。
- 4、设置专人管理使用登记台帐，负责放射性源的使用登记，检查和交接的管理。
- 5、在使用登记时要做好放射源检查工作，确认放射源安全后方可登记领用，发现问题及时依据台帐查找及时发现问题的所在，并立即采用相应的处理程序。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016年12月12日



## 放射性废物（源）处置方案

放射性物质和工作中产生放射性废物要避免携带到非放射性工作场所，放射性污物要统一放入设有辐射防护的专用铅污物桶中（此桶外要贴有辐射标志），放射性医疗废物达到最后衰变时间时，经放射防护人员检测后，方能与普通医疗垃圾一起处理。

1、医疗放射工作中产生的放射性固、液体废物（如注射器、药杯、棉球、棉签、手套及各种药品，实验动物的粪便、尸体、放射性废物固化物等，必须严格收集后），放入设有辐射防护的专用铅污物桶中，并注明放射性核素种类、日期、活度以及最后衰变时间，衰变到规定时间经监测合格后，按医院一般医疗废物进行处理，并详细记录。

2、放射性废液应放入专用容器储存衰变或经专门废水处理衰变，经测量符合国家排放允许标准后，排入普通污水管道中。

3、放射性废气的处理必须在设有通风设备和储存处理废气装置的房间进行，同时注意散热，防止放射性废气播散至其它非放射性气体污染的区域。

4、储存于病人体内的放射性药物，大部分随尿液排出体外，少数随粪便排出，尿液和粪便应作为放射性医疗废物处理。应将此类病人的粪便及尿液直接进入特制的蓄粪池内，衰变到规定时间经测量符合国家排放允许标准后，再排入医院医疗废水处理站。

5、医院使用的固体放射废源应由山东省辐射环境管理站集中回收处理。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016年12月12日



## 放射工作人员培训制度

为了提高从事放射工作人员的安全防护意识和工作技能，加强放射安全管理，预防辐射伤害事故，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射工作人员职业健康管理办法》等制定本管理制度，本制度适用于我院各从事放射工作的科室（实验室）和放射工作人员。

- 1、在医院放射防护管理领导小组指导下开展放射工作人员的各项培训工作；
- 2、从事放射工作的人员在岗前、在期间有责任有义务定期参加专业及防护知识培训，相应科室妥善做好工作安排确保放射工作人员参加培训工作；
- 3、医院负责组织、安排放射工作人员参加上级主管部门认可的培训机构进行培训及复训工作；
4. 持有《放射工作人员证》的放射工作人员两次培训的时间间隔不超过两年，每次培训时间不少于两天，每次培训的情况及时记录在《放射工作人员证》中；取得《辐射安全与防护培训合格证书》的人员，应当每四年接受一次再培训，并做记录；不参加再培训的人员或者再培训考核不合格的人员，其持有的相关证书自动失效；
5. 新入职人员暂无取得《辐射安全与防护培训合格证书》的人员，按照行政管理部門的要求参加省环保学校辐射防护安全培训学习，时间由环保部門通知。
- 6、从事放射性工作的人员应积极主动参加医疗、护理、技术等方面的专业技能培训，不断提高临床诊疗水平；
7. 辐射工作人员每年进行健康查体，建立职业健康监护档案。职业健康监护档案包括以下内容：
  - （一）劳动者职业史、既往史和职业病危害接触史
  - （二）相应作业场所职业病危害因素监测结果
  - （三）职业健康检查结果及处理情况。
  - （四）放射工作人员的健康资料

山东阳光融和医院有限责任公司

2016年6月



# 放射工作人员职业健康 监管管理制度

为了保障放射工作人员的健康利益,依据《放射工作人员职业健康管理办法》等相关条款的规定,制定放射工作人员职业健康管理制:

- 1.放射工作人员上岗前必须进行健康体检,合格者方可上岗。
- 2.安排放射工作人员定期到有资质的医疗单位进行职业健康检查,两次检查的时间间隔为2年,必要时可增加临时性检查。
- 3.发现不宜继续从事放射工作的人员,按照法规要求及时调离放射工作岗位,并妥善安置;对需要复查和医学随访观察的放射工作人员,应当及时予以安排。
- 4.放射工作人员脱离放射工作岗位时,放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。
- 5.每次职业健康检查结果应记录在《放射工作人员证》中。
- 6.用人单位应为放射工作人员建立职业健康监护档案并终生保存。
- 7.允许放射工作人员查阅、复印本人的职业健康监护档案。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016年3月



# 放射工作人员个人剂量管理办法

为维护放射工作人员的健康与安全，对放射工作人员的健康和防护状况提供剂量依据，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射工作人员个人剂量监测规定》、《放射工作人员职业健康管理暂行办法》等制定本管理办法，本办法适用于我院各从事放射工作的科室和放射工作人员。

1、我院所有从事放射工作的人员均需接受常规的外照射个人剂量监测，特殊情况下还需要接受内照射剂量监测。

2、放射工作人员个人剂量监测（以下简称个人剂量监测）的基本内容：

2.1 个人剂量监测：主要指内照射和外照射个人剂量监测，皮肤和衣服污染监测；

2.2 工作场所的监测：主要指工作场所的放射水平，空气污染和表面污染监测；

2.3 异常照射剂量监测：主要包括事故和一般应急受照的剂量监测。

当放射工作人员受到事故或其它意外照射时，需要采取不同于常规个人剂量监测的特殊监测，应尽快地估算其剂量，以利确定受照的严重程度，必要时应对事故剂量（包括器官剂量当量，待积剂量当量及有效剂量当量等）进行较精确的估算（包括重建辐射场，进行模拟性的测量等）。

对于有计划的特殊照射，应当采取必要的个人剂量监测手段，以保证一次所接受的照射不超过国家放射卫生防护基本标准规定的限值。

3、放射工作人员进入放射工作场所，应当遵守下列规定：

3.1 正确佩戴个人剂量计；

3.2 操作结束离开非密封放射性物质工作场所时，按要求进行个人体表、衣物及防护用品的放射性表面污染监测，发现污染要及时处理，做好记录并存档；

3.3 进入放射治疗等强辐射工作场所时，除佩戴常规个人剂量计外，还应当携带报警式剂量计。

4、个人剂量监测管理

放射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定：

4.1 外照射个人剂量监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天；内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行；



4.2 建立并终生保存个人剂量监测档案；

4.3 允许放射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

#### 5、个人剂量监测档案管理

5.1 医院及科室分别设立专（兼）职人员管理放射工作人员个人剂量监测工作，医院建立个人剂量档案。并接受上一级放射卫生防护主管部门的监督和指导。

5.2 科室设立专（兼）职人员对其进行管理，定期送至检测技术服务机构进行监测。经科主任签字的科室放射工作人员每次监测名单（附件1）定期监测报告及年度报告原件上交医务处永久保存，复印件留存科室并建档。尤其对于未送检个人剂量计的人员需在人员名单中说明原因；

5.3 放射工作人员调离时，医院应配合调离人员办理其个人剂量档案资料的转出工作，同时向上级放射卫生防护主管部门备案。

5.4 个人剂量监测档案应当包括：常规监测的方法和结果等相关资料和应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

5.5 个人剂量监测结果按照规定及时记录在个人的《放射工作人员证》。

5.6 个人剂量监测的数据，作为放射工作人员放射损伤职业病诊断的重要依据之一。

6、本管理办法由医务处负责解释和实施。

7、本管理办法自公布之日起实施。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016-11-11



## 放射工作场所监测管理办法

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第31号）的规定，结合我院辐射工作实际，为了加强对医院工作场所的辐射监测管理，保证人员、场所的安全，及时发现、处理异常情况，防止辐射事故的发生，制定本管理办法。

1. 工作场所辐射监测，具体指工作场所的外照射监测和表面污染监测两类；
2. 放射防护管理领导小组负责编制、更新《工作场所辐射监测计划》，统一组织、监督检查各监测主责部门的执行情况；
3. 放射防护管理领导小组根据工作场所的类别和防护特点，确定具体的辐射监测类别、主责部门和监测周期；
4. 各涉源科室主动对本工作场所进行日常的工作监测并做好记录被查，同时按照计划每年至少邀请第三方机构进行1次辐射工作场所的辐射监测工作，并编写检测报告；
5. 对于辐射工作场所检测报告存在问题的地方及时上报放射防护管理领导小组办公室的同时，积极落实整改措施，并申请再次检测；
6. 放射防护管理领导小组负责审核各监测主责部门编制的检测报告和监测报告，判断被监测场所是否符合医院相关辐射安全要求；
7. 放射防护管理领导小组办公室负责保管由本部门/第三方机构编写的检测报告和监测报告，同时涉源科室留存复印件备查；
8. 放射防护管理领导小组办公室负责汇总、存档相关检测报告，并定期公布辐射监测结果；
9. 本管理办法由医务处负责解释；
10. 本管理办法自公布之日起实施。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016-11-11



## 放射性同位素与射线装置台账管理办法

为加强我院放射性同位素和射线装置的辐射安全管理工作，依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环保总局令第 31 号）等相关规定，结合我院实际情况特制定本管理办法。

1. 医务处、科研处、医学工程处、保卫处及相关涉源及涉械（指射线装置）科室在放射防护管理领导小组指导下开展工作，负责全院放射性同位素（放射源、非密封放射性物质统称）和射线装置的台账管理；
2. 涉源科室应指定专人作为本科室放射性同位素与射线装置的台账管理员，负责本科室放射性同位素与射线装置的台账管理，职能部门有专人管理并由医务处汇总报环保局及卫生局办理许可证和备案；
3. 涉源科室应加强日常管理，指定专人作为台账管理员进行日常管理，并开展自查工作，放射防护管理领导小组办公室应采取定期和不定期相结合的方式对放射性同位素和射线装置的台账进行检查；
4. 放射源台账。放射源台账应登记核素名称、活度、形状、数量、购买时间、使用时间、归还时间和使用人等详细内容。
5. 非密封放射性物质台账。非密封放射性物质台账应登记核素名称、购买时间、购买量、取用量、剩余量、使用人和使用时间等详细内容。
6. 射线装置台账。射线装置台账应登记射线装置名称、型号、技术参数、存放场所、首次通电运行时间、使用人、运行情况、故障信息和升级改造情况等详细内容。
7. 建立出入库登记管理制度。放射性同位素在出入库房时，保管科室应建立登记表，详细记录进出库房时间、领用人、库房双人双锁保管人、事由、领用放射性同位素的核素名称和数量等详细内容。
8. 放射性同位素和射线装置销账。闲置、废弃的放射性同位素和报废的射线装置应按照《山东阳光融和医院有限责任公司废旧放射源和放射性废物管理和处置规定》和《山东阳光融和医院有限责任公司仪器设备管理办法》的相关规定及时处理，在办理完所有手续之后方可销账。



9. 台账管理员变更。当台账管理员发生变更时，原台账管理员应对台账和所管理的放射性同位素和射线装置进行仔细检查，经我院放射防护管理领导小组办公室人员核查无误后方可将台账和库房钥匙等转交给新台账管理员，交接时由新旧台账管理员和放射防护管理领导小组办公室人员三方签字确认。涉源科室应对台账管理员的变更及时报放射防护管理领导小组办公室备案，必要时放射防护管理领导小组办公室向环保及公安部门备案。
10. 本管理办法由医务处、保卫处、医学工程处负责解释。
11. 该管理办法自公布之日起实施。

山东阳光融和医院有限责任公司



## 受检者告知制度

X射线检查是现代医学诊断技术主要方法之一。但如果使用不当会对人体产生有害影响。合理使用，适当防护，可以将影响降低到最低限度，希望受检者注意下列事项：

一、正确合理使用X射线照射，有利于疾病诊断，接受过量不必要的照射有损健康，请不要随意向医师提出X射线检查的要求。

二、受检者必须在指定地点依次排队候诊，不要随意走动，更不可在X射线机房门口逗留张望；

三、X射线检查时只能有一名受检者进入机房，其他受检者及陪检者不得在机房停留，以免接受不必要的照射；

四、如果受检者在医学上认为必须有人扶持，经医师同意可由一名扶持人员陪检，但该扶持人员应采取必要的防护措施；

五、受检人员应接受使用医生提供的个人防护用品，以便在X射线照射过程，对性腺或其他非照射部位实施屏蔽防护；

六、孕妇受X射线照射，可能影响胎儿发育，如您发现自己已经怀孕或育龄妇女，请务必事先告诉医师。

七、X射线不能作为婴幼儿及少年儿童体检的常规检查项目。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016-11-11





## 电离辐射危害告知

1、人体受到放射线照射后，可能产生潜在危害，但是危害发生的概率与程度和接受辐射的剂量有关，小剂量放射检查对人体无明确的危害。

2、权衡利弊，在没有其他更合适的检查方法时才用放射线检查；非特殊需要，受孕后的孕妇、婴幼儿和儿童应慎检。

3、如果已怀孕或近期计划怀孕，请如实告诉医生，医生将考虑是否进行放射性检查。

4、检查时请逐个进入机房，并配合使用必要的放射防护用品，不要在机房内或靠近机房门口等待。

5、请妥善保存您的胶片，以方便下次或转院使用，避免不必要的重复照射。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016年3月



## 医疗放射性废物及废源处理规定

1. 医疗放射工作中产生的放射性固、液废物（如注射器、药杯、棉球、棉签、手套及各种药品，实验动物的粪便、尸体等），必须严格收集后，由专门人员放入设有辐射防护的专用铅污物桶中，并注明放射性核素种类、日期、活度以及最后衰变时间，衰变到规定时间后，经监测合格，按医院一般医疗废物进行处理，并详细记录。
2. 放射性废气的处理必须在设有通风设备和储存处理废气装置的房间进行，同时注意散热，防止放射性废气播散至其它非放射性气体污染的区域。
3. 储存于病人体内的放射性药物，大部分随尿液排出体外，少数随粪便排出，尿液和粪便应作为放射性医疗废物处理。应由专门人员负责监督将此类病人的粪便及尿液直接进入特制的蓄便池内，衰变到规定时间经测量符合国家排放允许标准后，再排入医院医疗废水处理站。
4. 医疗放射工作中产生的放射性废源，应由专门人员上报医务部，进行统一处理。
5. 科室应每月对放射性废物的处理进行检查、总结，对存在问题与缺陷进行整改。
6. 医务部每季度对相关科室的放射性废物的处理进行检查，对于存在的问题进行总结，并提出整改措施。
7. 对于不按照相关要求对放射性废物处理的个人和科室，将进行院内通报批评，与每月医疗质量考核成绩及科主任的干部考核、岗位设置等挂钩，与医师个人的职称晋升、评优选先等挂钩。

山东阳光融和医院有限责任公司

2016年12月12日

## 放射源安全操作规程

- 1、遵守国家颁布的放射性同位素与射线装置的有关规定和条例，按照标准安装、使用操作与维护。
- 2、按照操作手册（说明书）正确使用维护，在射线源周围工作时，长期工作地点必须距离1米以外。
- 3、检测、调试、维护放射性装置时，工作人员必须穿戴放射防护劳动保护用品。
- 4、更换放射性装置时，必须关闭射线源，更换工作完毕方可打开射线源的封闭块。
- 5、在放射源周围工作一般不要超过2小时，超过2小时的工作应轮流操作。
- 6、距放射源2米内，不许进行电焊，如必须电焊，应暂时将放射源关掉。
- 7、不允许人为损坏放射源壳体的密封性能，不允许砸、敲、甩放射源壳体。
- 8、对备用、拆卸存放在供应科仓库的放射性装置必须统一存放在较为安全的地方，必须存放在安全的屏蔽专用箱内，必须由专人负责并掌管专用箱钥匙。
- 9、放射性同位素不得与易燃、易爆、腐蚀性的物品放在一起，其储存场所必须具有防火、防盗、防泄漏的安全防护措施。
- 10、若放射性装置封闭损坏或失效时，则禁止使用；一旦射线部件损坏，在射线源周围圈起一个5米直径的范围，竖立一个警告标记，禁止行人走近此范围。
- 11、发生放射性事故时，立即采取防护措施，保护事故现场，控制事故影响，并立即向环保、公安部门报告。

山东阳光融和医院有限责任公司  
2016年12月12日





### 活动种类和范围

#### (三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[07214]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	DSA	II	2	使用
2	射波刀	II	1	使用
3	直线加速器	II	1	使用
4	回旋加速器	II	2	使用
5	CT模拟定位机	III	1	使用
6	CT	III	3	使用
7	口腔CT	III	1	使用
8	DR	III	4	使用
9	SPECT-CT	III	1	使用
10	数字胃肠机	III	1	使用
11	数字化口腔微焦点X线机	III	1	使用
12	C型臂	III	1	使用
13	G型臂	III	1	使用
14	骨密度仪	III	1	使用
15	钼靶机	III	1	使用
16	C臂	III	1	使用
	以	下	空	白

### 台帐明细登记

#### (三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[07214]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期	
						来源	去向			
1	ISA	ICS 530	II	介入治疗	介入中心	来源	去向	张	张	2017.03.24
2	DSA	ICS 530	II	介入治疗	急诊放射区	来源	去向	张	张	2017.03.24
3	CT	Optima CT 5200R0	III	放射诊断	影像中心	来源	去向	张	张	2017.03.24
4	CT	Revolution CT	III	放射诊断	影像中心	来源	去向	张	张	2017.03.24
5	CT	Optima CT 680	III	放射诊断	急诊放射区	来源	去向	张	张	2017.03.24
6	口腔CT	卡瓦 ekat-1	III	放射诊断	口腔放射室	来源	去向	张	张	2017.03.24
7	DR	Definium 6000	III	放射诊断	影像中心	来源	去向	张	张	2017.03.24
8	DR	Definium 6000	III	放射诊断	影像中心	来源	去向	张	张	2017.03.24

### 台帐明细登记 (三) 射线装置

证书编号:鲁环辐证[07214]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
17	钼靶机	Selenia	III	放射诊断	体检中心放射区	来源	李国栋	2017.05.24
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		

### 台帐明细登记 (一) 放射源

证书编号:鲁环辐证[07214]

序号	核素	出厂日期	出厂活度 (Bq)	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期	
1	Co-60	2017.06.01	7.000E+4	1866-1-1	US1702000776	V	测速/校准源		来源	王树刚	刘树森	2017.06.20
									去向			
2	Co-60	2017.06.01	7.000E+4	1866-2-2	US1702000785	V	测速/校准源		来源	王树刚	刘树森	2017.06.20
									去向			
3	Co-60	2017.06.01	7.000E+4	1866-3-3	US1702000795	V	测速/校准源		来源	王树刚	刘树森	2017.06.20
									去向			
4	Co-60	2017.06.01	3.500E+4	1866-4	US1702000805	V	测速/校准源		来源	王树刚	刘树森	2017.06.20
									去向			
5	Co-60	2017.06.01	8.500E+7	1853-0-1	US1702000815	V	测速/校准源		来源	王树刚	刘树森	2017.06.20
									去向			
6	Ir-192	2018.10.18	3.7E+11	NFP124-303 4886	ML1818002383	III	后装治疗机		来源	南京 MLLinacTech 6.6-0-04	李国栋	2018.1.28
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			

## 阳光融和医院放射安全应急演练、总结、评价记录

### 一、演练目的

为规范和强化应对突发放射事故的应急处理能力,将放射事故造成的损失和污染后果降到最小程度,最大限度的保障放射工作人员与公众的安全,维护正常的放射诊疗秩序,做到放射事故早发现,速报告,快处理,建立快速反应机制,根据上级要求,依据《职业病防护法》、《放射诊疗管理规定》、《放射事故管理规定》、《放射事故应急处理预案》等相关法律法规,制定本放射事故应急演练方案。

### 二、事件设定

2018年3月15日10时30分,我院DSA机在做检查曝光时,由于DSA机故障造成控制台控制失控,球管曝光不能停止,X射线无间断照射被检查者,放射科工作人员立即切断电源,终止曝光。迅速把病人从检查床移出,并立即报告辐射事故应急工作领导小组,启动辐射事故应急预案,火速组织相关人员进行事故急救,并进行事后调查、总结。

### 三、组织领导

为有计划、有组织的开展好此次放射事故应急演练工作,成立了我院应急工作领导小组,现场处置组,救护组,后勤保障组等组织。

放射事故应急工作领导小组:

组长:胡仲贤

成员:张晓军、郝刚、周茂义、刘春雨、申震、张言镇、姜涛、王凤莲、代立国、张国华、张厚才、张文。



主要职责：

- 1、启动《放射事故应急处理预案》，负责组织应急指挥协调工作，调度人员，联络其他各应急小组迅速赶赴现场，采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；
- 2、对放射事故的现场进行组织协调，安排救助，不让无关人员进入，保护好现场，指挥放射事故应急救援行动；
- 3、迅速、正确判断事件性质；
- 4、负责恢复本单位正常秩序。稳定受照人员情绪等方面的工作，并安排受照人员的健康体检及相应救治工作。

#### （二）现场处置组

主要职责：

- 1、负责组织科室应急准备工作，调度科室人员，迅速赶赴现场，开展放射事故应急救援行动。
- 2、立即采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；
- 3、迅速、正确判断事件性质，将事故情况报告放射事故应急工作领导小组；

#### （三）医疗救治小组

主要职责：

- 1、立即将受辐射人员移出现场，集中到我院急诊科；
- 2、立即判断受射的伤情及周围受辐射人员的数量及受辐射的程度；
- 3、根据受辐射人员的伤情进行进行相关救治，伤情重者收住院或转

至上级医院进一步诊治。

#### 4、将救治情况汇报医院领导。

##### （四）后勤保障组：

##### 主要职责：

接到应急工作领导小组命令后，立即赶往现场，协助处置组疏散人群。

负责现场警戒，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场。

#### 四、演练流程：

本次演练由医务科、院办公室、后勤、信息科、放射科联合精心策划的以介入中心 DSA 机故障放射事故为背景演练。

2018 年 3 月 15 日 10 点 30 分，放射科医生为病人做动脉造影时，控制台突然不受控制，X 线持续照射不能停止。DSA 技师立即按下紧急按钮，关闭电源，DSA 机停止曝光，移出患者，然后进行相应医学检查诊治，同时向科主任报告，及电话上报医院副院长及院长。

10 点 40 分，副院长接到报告后立即到达现场并启动《放射事故应急处理预案》，对射线事故的现场进行组织协调、指挥放射事故现场处置小组进行现场应急处置工作，同时通知医疗救治小组及后勤保障组赶扑现场，并向院长报告放射事件发生的情况。

10 点 50 分医疗救治组及后勤组相继赶往事故现场；后勤组进行现场警戒，划定紧急隔离区，疏散无关人员，最大限度的减少人员射线损害，迅速控制事态发展，保护好现场。医疗救治组立即查看受辐射者，并立即将其移事故现场，护送到急诊科进行进一步的诊疗，由于长时间的 X 线照射，受检病人被照射后，出现恶心呕吐症状，立刻给予相



应医学检查及急诊科留观治疗。并随时向院领导汇报受辐射者的救治情况。经过紧急救助，事故险情得到控制，被照射患者经过系统的检查治疗后，脱离了危险，继续观察治疗。

#### 五、演练总结：

演练结束，院领导讲评，现场人员处置能力、紧急救护、人员疏散与配合情况良好。要总结经验教训，加强射线安全日常管理，做好机器的定期及日常保养工作，重视辐射对人体的损害，最大限度地保障放射工作人员与公众的安全，维护正常和谐的放射诊疗秩序，杜绝类似事故发生。



### 演练总结：

射线装置放射事件的发生有两种可能原因：

- 1、设备故障造成机器曝光不能停止，产生大量辐射；
- 2、工作人员操作失误，将检查条件加大，造成过量辐射，从而造成辐射损伤。

通过演练使我们认识到辐射的危害性，使科室全体人员的辐射防护意识得到加强，在今后工作中认真遵守操作规程，刻苦钻研医学知识，不断提高业务技术水平，注重患者防护，避免放射事件的发生。

演练人员：胡仲贤、张晓军、郝刚、刘春雨、申震、张言镇、姜涛、王凤莲、代立国、张国华、张厚才、张文及介入中心全体工作人员。



应急演练现场照片



